

FACULDADE DE ARACRUZ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA AMBIENTAL

VALESCA DE FREITAS

**Estudo de Viabilidade Econômica e Impacto Ambiental da Aplicação
de Tecnologias Solares na Vila Pesqueira de Mucuri/BA**

Aracruz
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação da Biblioteca Professora Maria Luiza Devens
Faculdade de Aracruz/ES

Freitas, Valesca de.

Estudo de viabilidade econômica e impacto ambiental da aplicação de tecnologias solares na vila pesqueira de Mucuri/BA / Valesca de Freitas ; orientador Rodolfo Jesús Rodriguez Silvério.. - Aracruz, 2010.

122 f.

Dissertação (Mestrado)--Faculdade de Aracruz, 2010.

1. Energia – Recursos Naturais. 2. Energia Solar. 3. Energia - Consumo. I. Silvério, Rodolfo Jesús Rodriguez. II. Título.

CDU 620.92

VALESCA DE FREITAS

**Estudo de Viabilidade Econômica e Impacto Ambiental da Aplicação
de Tecnologias Solares na Vila Pesqueira de Mucuri/BA**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Aracruz para obtenção do título Mestre
Profissional em Tecnologia Ambiental.

Área de Concentração: Eficiência Energética
Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Jesús R.
Silverio

Aracruz
2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

Valesca de Freitas
Estudo de viabilidade econômica e impacto da aplicação de tecnologias solares
na vila pesqueira de Mucuri/BA.

Dissertação apresentada à Faculdade
de Aracruz para obtenção do título
de Mestre Profissional em
Tecnologia Ambiental.
Área de Concentração: Engenharia
Ambiental.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Orientador Prof. Dr. Rodolfo Jesús Rodriguez Silverio

Instituição: MPTA/FAACZ

Assinatura: 

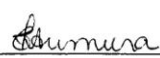
Profª. MSc. Mercedes Silvério Gómez


Instituição: MPTA/FAACZ

Assinatura: 

Profª. Dra. Célia Tacaco Arimura

Instituição: FACULDADE PITÁGORAS

Assinatura: 


Prof. Dr. Renato Ribeiro Siman
Coordenador do MPTA/FAACZ

À minha família:

Paulo, meu porto seguro e meu grande amor.....

Moisés e Mateus pela alegria de todos os dias...

AGRADECIMENTOS

A Deus, por dar forças para continuar... A minha família, Paulo, Moisés e Mateus por tudo.

Aos professores do curso de pós-graduação em Tecnologia Ambiental. À Faculdade de Aracruz pela viabilização do curso.

Ao professor Doutor Rodolfo Jesús R. Silvério pela tranquilidade transmitida ao longo do trabalho e pela paciência de reler esta tese.

Especialmente aos amigos Dra. Célia e Gêneses pelo carinho e pelas sugestões estratégicas para o desenvolvimento deste trabalho. Às colegas Camila, Cilene, Yolanda, Suellen pelo apoio mutuo durante as viagens para o Espírito Santo.

Um agradecimento especial às irmãs Ana e Maria e as avós Anamaria e Anaide pela paciência, atenção e disponibilidade em cuidar dos meus filhos durante a minha ausência para dedicar-me ao presente estudo.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

*"A Terra pode oferecer o suficiente
para satisfazer as necessidades
de todos os homens,
mas não a ganância de todos os homens"*

Mahatma Gandhi

RESUMO

A presente dissertação consistiu em avaliar a viabilidade econômica e o impacto ambiental da aplicação de sistemas solares na vila de pescadores de Mucuri - BA. O estudo propôs a utilização da energia solar através de tecnologias solares já conhecidas no mercado nacional para atender a demanda energética de comunidades carentes, comprovando o excelente potencial solar da região que reforça a introdução de geração distribuída de energia, com a incorporação de células fotovoltaica e coletores solares, para eletrificação residencial. A busca de alternativas econômicas e ambientalmente viáveis para a comunidade pesqueira de Mucuri se justifica quando se evidencia a realidade local decorrente da má distribuição de renda e a exclusão social. Das análises sob vários cenários econômicos, quando priorizado o menor custo econômico atrelado à preservação ambiental e a redução dos gases do efeito estufa, os resultados indicam que estas tecnologias solares são um fator positivo para a disseminação dos sistemas solares residenciais, com o intuito de promover a qualidade de vida da população em estudo.

Palavras-chave: Energia solar. Tecnologia fotovoltaica. Coletores solares. Consumo residencial.

ABSTRACT

The goal of this study was to assess the economic viability and the environmental impact of solar systems in a fishermen village located in the city of Mucuri, Bahia. This study recommends the use of solar power technologies already recognized in Brazil to supply this community energy demands. The result of the study confirms that, thanks to the excellent solar potential of the region, is recommendable the introduction of photovoltaic cells and solar collectors for residential electrification. The search for alternatives economically viable and environmentally feasible is justified by the unequal incomes distribution and social exclusion that can be found in this community. By analyzing the various economic scenarios, when prioritizing the smallest economic cost tied to environmental protection, the results shows that, besides reducing the greenhouse gas emissions, the dissemination of solar systems will also promote the quality of life in the Mucuri's fisherman community.

Key-words: Solar energy. Photovoltaic technology. Solar collectors. Residential consumption.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 -	Eficiência Anual do Sistema “Solar One” em 1985	42
Tabela 3.2 -	Mercado mundial utilização das diferentes Tecnologias Fotovoltaicas, em 2001	50
Tabela 5.1 -	Faixa etária da população pesqueira de Mucuri/BA	63
Tabela 5.2 -	Grau de instrução dos pescadores de Mucuri	64
Tabela 5.3 -	Formas de abastecimento de água das residências da Vila de pescadores	65
Tabela 5.4 -	Formas usadas para iluminação nas residências dos pescadores com ausência de energia elétrica	67
Tabela 5.5 -	Porcentagem de residências com os equipamentos elétricos entre os entrevistados da Vila Pesqueira de Mucuri	68
Tabela 5.6 -	Tipos, marca e potência de equipamentos encontrados nas residências da Vila dos pescadores	69
Tabela 5.7 -	Consumo médio mensal de aparelhos eletrônicos utilizados pelos moradores da Vila dos pescadores	70
Tabela 5.8 -	Eficiência e Consumo de algumas lâmpadas	71
Tabela 5.9 -	Consumo médio de energia elétrica anual e mensal dos moradores da Vila dos Pescadores, 2007 e 2008	73
Tabela 5.10 -	Temperatura média mensal na cidade de Mucuri/BA	75
Tabela 5.11 -	Direção e velocidade dos ventos na região de Mucuri- BA	80
Tabela 5.12 -	Dados referentes às placas coletoras fornecidas pelo fabricante	84
Tabela 5.13 -	Quantidade de placas de acordo com as necessidades energéticas da comunidade	85
Tabela 5.14 -	Orçamento para implantação do sistema de aquecimento de água nas residências	86
Tabela 5.15 -	Consumo energia elétrica residencial de cada morador da Vila dos Pescadores	87
Tabela 5.16 -	Cotação de preço para Sistema Fotovoltaico Residencial	89
Tabela 5.17 -	Custo da produção de energia para cada cenário descrito	91
Tabela 5.18 -	Fatores de emissão para ser utilizado no calculo de emissão de CO ₂ de combustíveis	95
Tabela 5.19 -	Emissão de CO ₂ decorrente da necessidade de energia elétrica pela comunidade da Vila dos Pescadores Mucuri - BA	96
Tabela 5.20 -	Seqüestro de gás carbônico para os diferentes cenários apresentados usando como fonte de geração de CO ₂ transformadores da rede elétrica convencional	100
Tabela 5.21 -	Seqüestro de gás carbônico para os diferentes cenários apresentados usando como fonte de geração de CO ₂ óleo combustível Tipo 1	101
Tabela 5.22 -	Seqüestro de gás carbônico para os diferentes cenários apresentados usando como fonte de geração de CO ₂ gás natural	102

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Estrutura de participação das fontes de energia no mundo e no Brasil, ano 2007	21
Gráfico 2.2 - Dados de radiação solar anual para diversas localidades do Mundo	31
Gráfico 3.1- Eficiência das SEGS nas várias etapas do processo de geração de eletricidade	38
Gráfico 5.1 - Número de pontos de luz nas dependências das residências dos pescadores	71
Gráfico 5.2 - Número de horas de iluminação nas dependências das residências ..	72
Gráfico 5.3 - Histórico da média do consumo mensal de energia elétrica residencial nos anos de 2007 e 2008	73
Gráfico 5.4 - Temperatura média mensal na região do extremo Sul da Bahia	75
Gráfico 5.5 - Precipitação média para região do extremo Sul da Bahia	76
Gráfico 5.6 - Insolação média na região do Extremo Sul da Bahia	77
Gráfico 5.7 - Análise dos Dados da Radiação Média Diária	78
Gráfico 5.8 - Radiação Diária Média Mensal em [kWh/m ² .dia] no plano horizontal para inclinações 18°N, 15°N e 22°N	79
Gráfico 5.9 - Resultados da análise econômica das tecnologias solares e convencional	91
Gráfico 5.10 - Programas de instalação de células fotovoltaicas na Bahia	94
Gráfico 5.11 - Análise de Emissão de CO ₂ com óleo combustível tipo 1 para os diferentes cenários	97
Gráfico 5.12 - Análise de Emissão de CO ₂ com gás natural para os diferentes cenários	98
Gráfico 5.13 - Análise de Emissão de CO ₂ na rede elétrica para os diferentes cenários	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1-	Sistema elétrico com geradores distribuídos: Sistemas de armazenamento e centros de operação	25
Figura 2.2 -	Distribuição espectral da radiação solar	28
Figura 2.3 -	Coeficiente de Massa de Ar em função da trajetória dos raios do Sol	29
Figura 2.4 -	Orbita da Terra em torno do Sol com eixo Norte Sul e inclinação ângulo $23,5^{\circ}$	30
Figura 3.1 -	Esquema de um processo de conversão de energia solar em energia elétrica	34
Figura 3.2 -	Coletor solar modelo concentrador cilindro parabólico	36
Figura 3.3 -	Planta Solar SEGS na Califórnia	37
Figura 3.4 -	Coletor solar modelo de sistema de parabólica com motor stirling. Campo Solar Eurodish na Alemanha	39
Figura 3.5 -	Imagem de uma torre de potência	40
Figura 3.6 -	Modelo de um heliostato, montado Sanlúcar de La Mayor na, Espanha	41
Figura 3.7 -	Coletor solar plano, marca Heliotek	44
Figura 3.8 -	Circulação natural ou termosifão para aquecimento de água	44
Figura 3.9 -	Sistema de circulação forçada para aquecimento de água	45
Figura 3.10 -	Esquema de um sistema solar fotovoltaico autônomo	47
Figura 3.11 -	Modelo de um sistema de armazenamento de energia	53
Figura 4.1 -	Localização da cidade de Mucuri e de Caravelas	59
Figura 5.1 -	Esquema de um coletor solar plano fechado presente mercado nacional com inclinação de melhor desempenho no Brasil	82
Figura 5.2 -	Protótipo para instalação do coletor solar e reservatório térmico na Vila dos Pescadores	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC - corrente continua.
CA - corrente alternada.
APAEB - Associação de Pequenos Agricultores do Município de Valente.
CIRED - *Centre International de Recherche sur Le Monde*.
CEPEL - Centro de Pesquisa em Energia Elétrica .
CERB - Companhia de Energia Rural.
COELBA - Companhia de Eletrificação do Estado da Bahia.
DOE - *Department of Energy*.
MME -Ministério de Minas e Energia.
ONU - Organização das Nações Unidas.
PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem.
PCS - *Power Conditioning Subsystem*.
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.
PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios.
PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.
Pme - Produção média mensal de energia específica.
SEGS - *Solar Electric Generating System*.
SHS - *Solar Home System*.
SFD - Sistema Fotovoltaico Domiciliar.
HIT - *Heterojunction with Intrinsic Thin layer*.
INMET-MAPA - Instituto Nacional de Meteorologia.
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
VPL – Valor Produto Líquido.
WMO - *World Meteorological Organization*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO	16
1.2 OBJETIVOS ALMEJADOS	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 FONTES DE ENERGIA	18
2.1.1 Fonte de energia não renovável	19
2.1.2 Fonte de energia renovável	20
2.2 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO	22
2.3 GERAÇÃO DISTRIBUIDORA DE ENERGIA	23
2.4 RADIAÇÃO SOLAR	26
3 CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS NO SETOR RESIDENCIAL	32
3.1 SISTEMA SOLAR PARA GERAÇÃO DE ENERGIA	33
3.2 GERAÇÃO DE ENERGIA TERMOSSOLAR	33
3.2.1 Concentrador cilindro parabólico	36
3.2.2 Disco parabólico	38
3.2.3 Torre de potência	39
3.2.3.1 Cálculo da potência e da energia do receptor central	42
3.2.4 Energia Termossolar para aquecimento de água	43
3.3 TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA	46
3.3.1 Sistema fotovoltaico autônomo.....	46
3.3.2 Tecnologia das células fotovoltaicas	47
3.3.2.1 Módulos fotovoltaicos	50
3.3.2.2 Sistema de armazenamento de energia	51
3.3.3 Potência e energia geradas pela instalação de um sistema fotovoltaico	52
.....	
3.4 TECNOLOGIA SOLAR E IMPACTO AMBIENTAL	54
4 MATERIAIS E MÉTODOS	57
4.1 CARCTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	58
4.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	59
4.3 DIMENSIONAMENTO DE TECNOLOGIA SOLAR	60
4.3.1 Método para avaliação econômica	60
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
5.1 CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONOMICA DA POPULAÇÃO	63
5.1.1 População	63
5.1.2 Escolaridade dos pescadores	64
5.2 CARACTERÍSTICAS DAS RESIDÊNCIAS DOS MORADORES DA VILA DOS PESCADORES DE MUCURÍ	65
5.2.1 Características hídricas	65
5.2.2 Características energéticas	66
5.3 ELEMENTOS RELEVO E CLIMA DA REGIÃO DO EXTREMO SUL DA BAHIA	74

5.3.1	Análise pluviométrica	76
5.3.2	Radiação solar incidente	77
5.3.3	Radiação solar incidente no plano inclinado	79
5.3.4	Direção e velocidade dos ventos na região do extremo sul da Bahia	80
5.4	SELEÇÃO DA TECNOLOGIA	80
5.4.1	Placa coletora	80
5.5	PROJETO PARA INSTALAÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR NA VILA DOS PESCADORES MUCURÍ/BAHIA	82
5.6	TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	87
5.7	VIABILIDADE ECONOMICA DO PROJETO EM ESTUDO.....	89
5.8	FONTE DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS .	94
5.8.1	Emissão e dióxido de carbono	96
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
	REFERÊNCIAS	107
Anexo A	– Análise de VPL para os diferentes cenários	112
Anexo B	– Orçamento para viabilidade do projeto para células fotovoltaicas e placas coletoras	113
Anexo C	– Questionário Residencial	119
Anexo D	– Tabela de emissão de CO2	122

1 INTRODUÇÃO

A atmosfera do planeta é banhada por uma imensa quantidade de energia solar, suficiente para satisfazer a atual demanda energética mundial mais de 15 mil vezes. Apesar desse imenso reservatório de energia natural renovável, os países desenvolvidos ou não, continuam a depender dos combustíveis fósseis e da energia nuclear para manter sua distribuição de energia elétrica por uma questão puramente econômica. O maior problema enfrentado por quem defende a energia renovável é a dificuldade de explorar esses recursos difusos em escala ampla.

Nas últimas décadas, tem crescido a preocupação ambiental nesse sentido, sobretudo por conta das constantes crises de combustíveis em nível mundial, motivando a busca de novas alternativas energéticas, levando os cientistas a desenvolverem novas tecnologias que tornem competitiva a energia renovável.

Atualmente, existem os sistemas solares, que já são conhecidos mundialmente e com boa aceitação no mercado brasileiro, como os coletores solares planos para aquecimento de água. Dentro deste contexto, existem os módulos fotovoltaicos para geração de energia elétrica usado no meio rural brasileiro. Os concentradores solares e as torres de potência são usados em pequenas escalas nos países desenvolvidos tanto para geração de energia elétrica como para atendimento térmico. Além disso, sistemas convencionais de fornecimento de energia elétrica, desenvolvidos principalmente através de unidades de produção e distribuição altamente centralizadas, nem sempre se apresentam como a melhor opção para satisfazer as necessidades de alguns setores, como o rural, por exemplo. Isto se deve, em parte, ao alto nível de dispersão das populações das zonas rurais e às baixas demandas de energia, já que as atividades econômicas dessas populações, em geral, são muito reduzidas.

O desenvolvimento das tecnologias solares é uma alternativa viável capaz de conciliar necessidade energética e natureza na busca de uma energia menos impactante ao meio ambiente. Segundo Walisiewicz (2008) a energia solar com aproveitamento fotovoltaico ou térmico, a hidroeletricidade, a energia eólica e a biomassa, estão no rol das fontes de energias que possivelmente terão sua importância aumentada no cenário energético mundial.

A energia do sol é inesgotável, em comparação às energias não renováveis. Este reator solar converte cerca de 5 bilhões de quilos de matéria em energia, uma pequena parte dessa energia produzida chega ao planeta Terra. A entrada da irradiação solar em apenas 1 metro quadrado da superfície da Terra em um dia ensolarado de verão é aproximadamente 1kW. A quantidade de energia solar que incide sobre os Estados Unidos no período de um ano é 2 mil vezes maior do que a energia produzida por todas as usinas elétricas movidas a carvão do país (WALISIEWICZ, 2008, p. 46).

A humanidade testemunha uma mudança de paradigmas quanto ao desenvolvimento e o uso de fontes de energia. A natureza cada vez menos é encarada como simples fornecedora de matéria prima ou depósito de rejeitos. Sendo assim, o conflito homem versus natureza modifica-se ao constatar que o primeiro não sobreviverá sem a conservação do segundo. Por isso, a busca do desenvolvimento humano que seja minimamente prejudicial à natureza levará cada vez mais às fontes renováveis de energia.

A utilização de sistemas solares para atender a demanda geração de energia elétrica das comunidades residenciais no país é possível com a utilização de tecnologia sustentável preservando a biodiversidade da comunidade com a implantação de um projeto que possa possibilitar a população local uma geração de renda dentro de uma demanda energética pré-estabelecida pelo sistema solar. Os coletores solares não liberam nenhum tipo de gases, portanto, contribuem de maneira positiva com a redução das emissões dos gases do efeito estufa no planeta.

1.1 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Este estudo justifica-se, entre outros aspectos, pois propõe uma alternativa eficaz e eficiente para beneficiar as comunidades residenciais carentes e desprovidas de condições financeiras que supra suas necessidades energéticas domiciliares. Trata-se de uma análise que amplia a discussão acerca da viabilidade econômica para a implantação de um projeto com tecnologia limpa e, sobretudo, os seus benefícios no meio ambiente, visto a energia solar, não emitir gases do efeito estufa sendo capaz de diminuir eficientemente alguns impactos ambientais provenientes da emissão de dióxido de carbono na atmosfera.

A dificuldade das comunidades residenciais da Vila de pesca de Mucuri em manter dentro do seu orçamento o ônus mensal da energia elétrica convencional, por ser uma população de baixa renda familiar, deixa de usufruir os benefícios que a energia elétrica residencial pode oferecer. Diante disso, outras opções devem ser consideradas, como por exemplo a utilização de recursos energéticos renováveis, que oferecem múltiplas vantagens: possibilitam o uso da mão-de-obra local, com cursos de qualificação para manuseio da tecnologia solar pelo próprio morador, minimiza a degradação o meio ambiente e facilitam a produção econômica de energia útil em pequena escala para atender os domicílios na questão de iluminação e eletrodomésticos além de possibilitar o aquecimento de água para banho.

Sendo assim, uma das opções ao fornecimento de energia aos usuários de comunidades pesqueiras são os sistemas fotovoltaicos ou termossolares, embora o investimento inicial, muitas vezes, inviabilize a aquisição por conta das condições econômicas da maioria das comunidades que apresentam moradores que possuem baixa renda familiar. Mas, hoje, no Estado da Bahia existem programas do governo como o “Luz para Todos” com instalação de módulos fotovoltaicos destinados a comunidades de

baixa renda, como é o caso da Vila Pesqueira do município de Mucuri, foco desta investigação.

Sabe-se que as comunidades pobres do Brasil sofrem com a falta de um fornecimento estável e barato de energia elétrica que suprem as necessidades básicas e garantam melhores condições de vida e por isso buscar soluções tecnológicas adequadas para o uso de energia solar na comunidade pesqueira de Mucuri, é uma necessidade pois essa parcela da população convive com uma realidade evidenciada pela má distribuição de renda e a exclusão social. Entretanto, com a promoção de políticas públicas energéticas propondo esquemas de financiamento adequados que favoreçam o ressarcimento em longo prazo, e que não ultrapassem a capacidade de pagamento das famílias, que além de ser um estímulo importante para a disseminação da tecnologia solar em comunidades pesqueiras contribuiria pra melhor qualidade de vida dessa população.

1.2 OBJETIVOS ALMEJADOS

O objetivo principal deste trabalho consiste em avaliar a viabilidade econômica e o impacto ambiental da aplicação de tecnologias termossolares na vila de pescadores de Mucuri/BA. Para tanto busca-se:

- a) caracterizar os aspectos sócio-econômicos da comunidade;
- b) realizar um levantamento de dados sobre as necessidades energéticas da comunidade;
- c) analisar o perfil de consumo energético da comunidade;
- d) construir uma análise econômica da aplicação das tecnologias propostas;
- e) descrever os possíveis impactos ambientais na aplicação das tecnologias selecionadas para a comunidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A energia desempenha um papel fundamental na vida humana sendo uma parte necessária para incorporar o ser humano ao modelo de desenvolvimento vigente (MCVEIGH,1977) acrescenta que Sócrates (470-399 a.C.) foi um dos primeiros filósofos a utilizar o sol na construção de casa procurando ajustar a posição do telhado, portas e janelas para a entrada dos raios solares. A busca do homem pelo conforto e bem estar utilizando energia alternativa não é de hoje. Contudo, muito pouco tem sido feito no Brasil para a utilização de energias alternativas que atendam as necessidades essenciais para a população de baixa renda.

No mundo, 1,6 bilhões de pessoas não têm acesso à energia. “No Brasil estima-se que 12 milhões de pessoas vivem sem energia elétrica de qualquer natureza” (TRIGUEIRO, 2005, p. 199). Programas do governo para redução da pobreza principalmente as populações de baixa renda deveriam ser contemplados com os avanços tecnológicos e os benefícios econômicos e de eficiência energética com a implantação de projetos e pesquisa na área de conservação de energia.

2.1 FONTES DE ENERGIA

A busca de novas fontes de energia é atualmente uma das maiores preocupações do homem, devido ao crescente aumento do consumo da mesma em todo o planeta Terra. Para Trigueiro (2005), as metas até 2015 definidas pela Organização das Nações Unidas – (ONU) que devem ser cumpridas por cento e noventa países entre eles, o Brasil, pretendem reduzir pela metade a fome, a pobreza, oferecer educação de qualidade, saúde e promover o desenvolvimento sustentável. Para atingir estas metas há necessidade do

abastecimento energia elétrica para todas as pessoas moradoras tanto na cidade como no campo ou em vila afastadas. Porém, as fontes convencionais de energia elétrica vêm ao longo do período mostrando a dificuldade em suprir toda a demanda do planeta e assim, ficando inviável atingir as metas definidas pela ONU. “Os materiais, que sob determinadas condições, são capazes de realizar trabalho são fontes de energia” (OLIVEIRA 2008, p.30). As fontes de energia primária para produção de energia elétrica podem ser classificadas em: não renováveis e renováveis.

2.1.1 Fonte de energia não renovável

Fontes de energia não-renováveis segundo MME (2008 p. 20), pertencem a categorias derivadas de petróleo, os combustíveis radioativos, a energia geotérmica, o gás natural, o carvão, a lenha, o urânio e o xisto betuminoso. Atualmente, a utilização de tais fontes de energia se dá pela transformação da fonte primária em energia térmica, por exemplo, por meio de combustão, fissão ou processo geotérmico.

A geração elétrica obtida por este meio é conhecida como geração termelétrica (CRESESB, 2006). Segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2008), os combustíveis fósseis continuam sendo a principal fonte energética a nível mundial, sendo que esta via termelétrica com rede de transmissão pode apresentar na sua utilização perdas de 50% sob forma de calor, o que provoca, ao longo dos anos a degradação do meio ambiente, causadas por países de primeiro mundo por retirar anualmente grandes quantidades de carvão de minas subterrâneas e estocar este material a céu aberto, poluindo a água e deixando o solo infértil. As centrais termoelétricas, baseadas no uso do carvão e petróleo, produzem a emissão de gás carbônico na atmosfera e provoca o aquecimento do ambiente pelo efeito estufa, inversão térmica e a chuva ácida. Mesmo assim, a

humanidade, continua dependente da energia proveniente dos derivados do petróleo, isto por ser uma questão econômica. Sua utilização é uma forma simples e barata de conversão em energia. O gráfico 2.1 comprova que o Brasil utiliza 38% do petróleo e derivados como recursos energéticos, enquanto que a percentagem para o mundo é de 34% desses recursos.

2.1.2 Fonte de energia renovável

As fontes de energia renovável são aquelas que não se esgotam, como os vegetais, os restos orgânicos, biomassa (cana de açúcar, floretas energéticas, resíduos de animais e industriais), vento, sol, águas fluviais e marítimas (PALZ, 2002, p. 30). Tais fontes podem ser utilizadas para produzir eletricidade principalmente através de usinas hidrelétricas (água), eólicas (vento), solar-fotovoltaicas (sol, diretamente) e centrais termelétricas (sol, indiretamente, gerando vapor e biomassa renovável).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2008), o Brasil manteve vantagens comparativas com o resto do mundo em termos de utilização de fontes renováveis de energia. A oferta interna de energia renovável em 2007 foi de 45,9%, enquanto que no resto do mundo ficou em torno de 12,9% conforme informações da *International Energy Agency*. Essas informações podem ser reforçadas pelo gráfico 2.1 que mostra a composição energética nacional e mundial no qual o Brasil mantém vantagens comparativas com o resto do mundo na utilização das fontes renováveis de energia como biomassa (inclui carvão vegetal e seus derivados e produtos da cana). Hidráulica e elétrica obteve um aumento significativo em comparação com os demais países do globo.

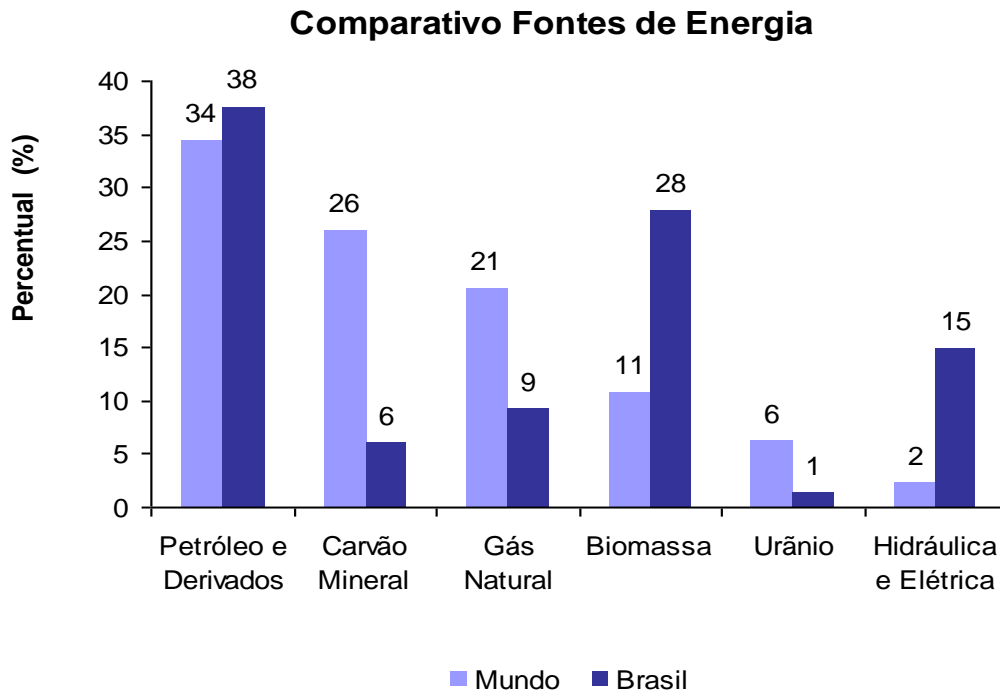


Gráfico 2.1 - Estrutura de participação das fontes de energia no mundo e no Brasil, ano 2007 (adaptado pela autora MME -BEN, 2008).

Conforme os dados do CRESESB (2005), hoje, a matriz energética global possui um perfil onde as reservas não renováveis como o petróleo e seus derivados participam com 34,4%, seguidos pelo carvão com 23% e o gás natural com 16%. “A biomassa tradicional contribui com 9,5%, à frente das hidrelétricas com 6,8%. A matriz se completa com 6,5% das usinas nucleares e com 2,2% das fontes renováveis limpas, como solar e biomassa” (CRESESB, 2005b, p.79).

Na década de 40 a principal fonte de energia brasileira era a lenha com 83% de representatividade na matriz energética nacional. Entende Paiva (2006) que nos dias atuais, a lenha não é mais tão representativa como antigamente, atingindo apenas 13%, pois a biomassa, principalmente os derivados da cana teve um aumento significativo decorrentes de incentivos do governo. No entanto, os derivados de petróleo, com 34,4%, continuam sendo a principal fonte de energia.

2.2 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Nas últimas duas décadas, as modificações conjunturais e estruturais ocorridas no cenário internacional promoveram relevantes alterações nos critérios de planejamento do setor elétrico e de aproveitamento de recursos energéticos. A busca de novos investimentos energéticos alternativos começa a traçar novos rumos. Hoje, a inserção de alternativas não convencionais para geração de energia no mercado mundial é um repensar para a entrada de novas tecnologias no contexto energético. Uma alternativa possível é a introdução da energia solar e eólica. No quadro das energias renováveis começa a ser alavancada a partir da década de 90, com “o crescimento da energia eólica em média 26% ao ano, e a solar elevou-se em 17% ao ano, enquanto que comparada ao petróleo apenas 1,4% ao ano” (RESUTO, 2002, p. 24).

De fato, se antes, para atender os requisitos energéticos demandados pelo crescimento econômico, a maior parte das avaliações se concentrava nas perspectivas de expansão de oferta de energia, atualmente, o enfoque predominante está no uso eficiente de energia. Tal mudança, conforme Tolmasquim (1998), em termos gerais reflete a diminuição dos recursos financeiros disponíveis para investir em novas unidades de geração, principalmente as convencionais, e a preocupação crescente do mundo com as externalidades ambientais que provocou em diversos países, programas de conversão de energia, com investimentos que visam reduzir o consumo e a dependência do petróleo importado, bem como a geração e os sistemas de cogeração.

De uma maneira geral, para Tolmasquim (1998) a eficiência energética aumenta quando se consegue realizar um serviço e/ou produzir um bem com uma quantidade de energia inferior à que era usualmente consumida. Neste sentido, é um projeto que passa a ser eficiente do ponto de vista energético equivale a gastar menos quantidade de energia para se obter um mesmo resultado final; ou ainda, gastar a mesma quantidade de energia e

obter maiores rendimentos, um melhor resultado final.

Dentro desta perspectiva um importante componente desse projeto é verificar sua viabilidade econômica para garantir sua sustentabilidade. De acordo com Dossa et al. (2000) o Valor Presente Líquido (VPL) é a alternativa mais consistente para análise de investimentos. Com isso a implantação de um projeto energético de infra-estrutura residencial poderá possibilitar a comunidade para melhorar os recursos comunitários básicos com objetivo de gerar o mesmo nível de bem-estar com menos energia e menor custo de produção possível o que pode ser obtido através de mudanças tecnológicas, alterações nas estruturas setoriais. Uma alternativa possível é a instalação de indústrias menos eletro-intensivas, geração distribuída e co-geração e finalmente, de mudanças comportamentais da sociedade. Desta forma, a geração de energia distribuída pode ser uma alternativa viável, pois não necessita estar associada a uma única fonte de energia primária ou a uma única tecnologia.

2.3 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA

A busca de novas tecnologias, a geração distribuída de energia apresenta vantagens sobre a energia elétrica convencional centralizada que necessita de em investimentos em transmissão e redução de perdas nestes sistemas para melhorar a estabilidade do serviço elétrico. A geração elétrica junto ou próxima ao consumidor, seja num sistema isolado ou integrado a rede, “pode gerar uma potência normalmente igual ou inferior a 30MW” (GEPEA, 2008, p. 2).

Neste aspecto, afirma Reis (2003) que a geração elétrica perto do consumidor permite a implantação de unidades geradoras mais adaptadas às necessidades locais, minimizando o impacto ambiental e a mobilização de capital, podendo levar à redução dos

custos totais de investimentos de geração para alimentar uma determinada carga ou para atender áreas remotas com baixa densidade de carga. Uma política bem elaborada de incentivo à geração distribuída pode facilitar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis, como vento, calor, luz solar, quedas d'água e biomassa.

Os geradores de menor porte contribuem localmente para suprimento da demanda elétrica.

Segundo Romagnoli (2005), no sistema baseado em geradores distribuídos, como podem ser mostradas na figura 2.1 diversas tecnologias em diversas faixas de potência que contribuem para o atendimento da demanda. Alguns sistemas de geração descentralizados com maior maturidade tecnológica como termelétricas, hidrelétricas, motores a combustão e cogeração a gás natural, e outras mais recentes como aerogeradores, células combustível, veículos movidos a hidrogênio, painéis solares fotovoltaicos, etc.

Na tabela 2.1 são encontrados sistema de armazenamento, que segundo Paiva (2006) que nas tecnologias mais recentes, seja pela baixa disponibilidade, eficiência ou ausência momentânea dos recursos naturais, (vento, sol, etc.), faz-se necessário o uso combinado de sistema de armazenamento de bateria de modo a aumentar sua capacidade de despacho de energia e o fechamento de contratos de fornecimento.

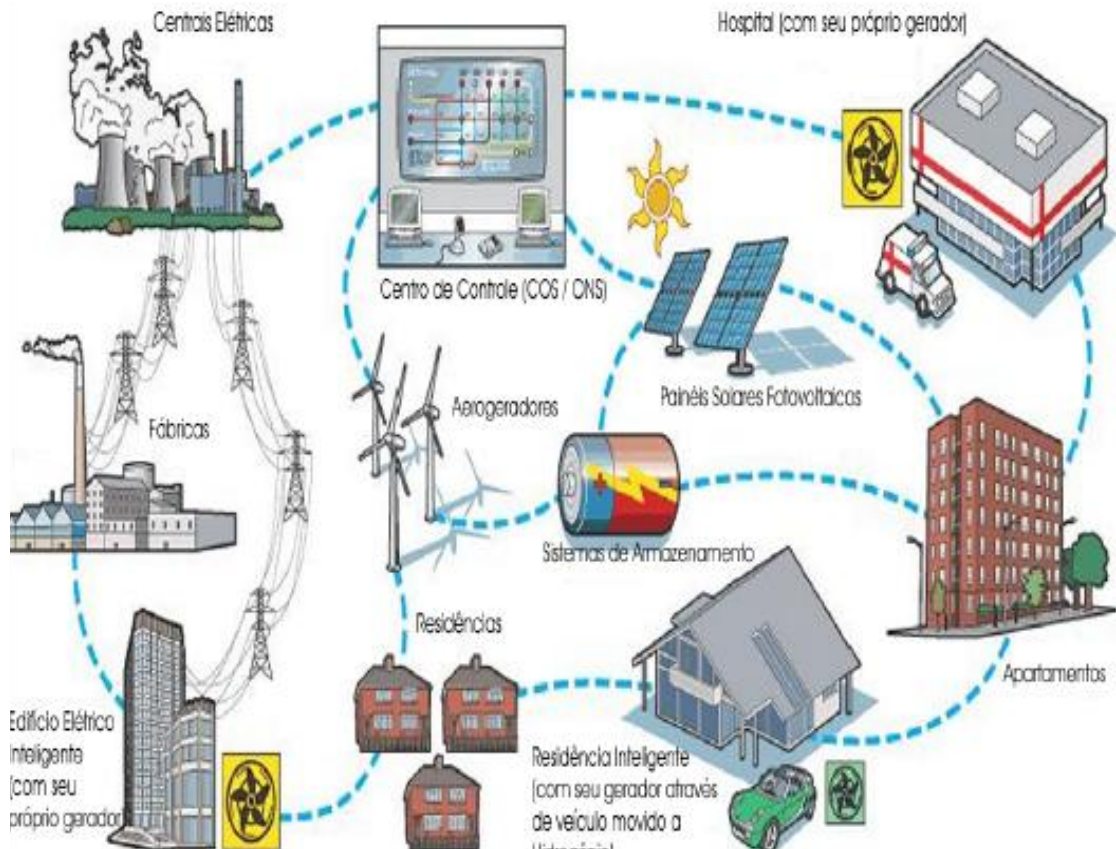


Figura 2.1 - Sistema elétrico com geradores distribuídos: Sistemas de armazenamento e centros de operação. ROMAGNOLI (2005, p.9).

Para Reis (2003) os sistemas baseados no uso de energia transmitida da Terra pelo sol para geração de eletricidade podem ser caracterizados em sistemas fotovoltaicos autônomos e termossolares, sendo que o primeiro efetua a transformação da energia solar em elétrica diretamente, e o outro tipo onde a energia solar é usada para produzir energia mecânica. Em ambos os casos, a variável básica para o aproveitamento da energia solar é a radiação emitida pelo sol. A radiação solar pode ser aproveitada para aquecimento de água, forma passiva para aquecimento de ambientes, iluminação e a conversão direta da energia solar em energia elétrica.

O melhor aproveitamento da radiação solar pode ser feita com o auxílio de técnicas sofisticadas de arquitetura e construção. Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar os mais utilizados é o aquecimento de água e geração de energia elétrica com

células fotovoltaicas, uma tecnologia aplicada, no Brasil principalmente nas regiões Norte e Nordeste devido às suas características climáticas e por apresentar comunidades isoladas da rede convencional. Neste contexto, a geração distribuída de energia baseada em fontes renováveis, sobressai o programa “Luz no Campo”, com objetivo de fornecer energia às comunidades rurais viabilizando a tecnologia fotovoltaica para estes consumidores. O Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM) tem por objetivo principal proporcionar o suprimento de energia de fontes renováveis disponíveis em cada localidade.

O estado da Bahia possui hoje alguns programas de fornecimento de módulos fotovoltaicos para geração de energia elétrica para pequenas demandas de carga. Os programas implementados em várias localidades do estado da Bahia como o programa PRODUIR da Companhia da Ação e Desenvolvimento Regional, *Center International de Rechercher sur Le Monde* (CIRED) com parceria da Companhia de Eletrificação da Bahia (COELBA), apoio Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (CEPEL) e a Eletrobrás, Companhia de Energia Rural (CERB), programa USDOE instalado na Escola de Agronomia Cruz das Almas e Juazeiro, os equipamentos utilizados neste programa foi doado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos. O último projeto iluminação com células fotovoltaicas é o da Associação de Pequenos Agricultores do Município de Valente (APAEB). (CORREIA *et al*, 2002).

2.4 RADIAÇÃO SOLAR

A transmissão da energia do Sol para a Terra se processa por radiação eletromagnética de ondas curtas, pois 97% da radiação solar está contida entre comprimentos de ondas que variam entre 0,1 e 5,0 μm . Tanto o solo como a atmosfera

emitem energia radiante.

Isso ocorre porque a atmosfera possui capacidade de absorção de radiação infravermelha e os principais absorventes são vapor d'água, ozônio, dióxido de carbono e as nuvens, sendo esta última capaz de absorver radiação em todos os comprimentos de onda. Segundo Ayoade (2004), 9% da radiação terrestre infravermelha é liberada diretamente no espaço e os 91% restantes são absorvidas pela atmosfera, fenômeno chamado de efeito de estufa.

Dados recentes da WMO (*World Meteorological Organization*) indicam um valor médio de 1.367 W/m^2 para radiação extraterrestre. Formulas matemáticas permitem o cálculo, a partir da Constante Solar desta radiação ao longo do ano, fazendo correções pela órbita elíptica. A quantidade de energia solar recebida, por unidade de área, por uma superfície que forma ângulos retos com os raios do Sol no topo da atmosfera é de aproximadamente 2 calorias por cm^2/min ou 2 *langleys*. (CRESESB, 2009a). Nas curvas de distribuição espectral que são apresentadas na figura 2.2, pode ser observado que o comprimento de onda para os diversos materiais, as propriedades na faixa solar de absorção e reflexão e, na faixa de 0,75 a 100 μm , corresponde ao infravermelho, as propriedades de absorção, reflexão e emissão. Segundo a teoria corpuscular é possível determinar a potência emissiva espectral do corpo negro em termos de temperatura e o índice de refração do meio em que esta inserido. Conforme a figura 2.2 a potência de um feixe luminoso é descrita como o fluxo de fótons que aumenta a medida que diminui o comprimento de onda.

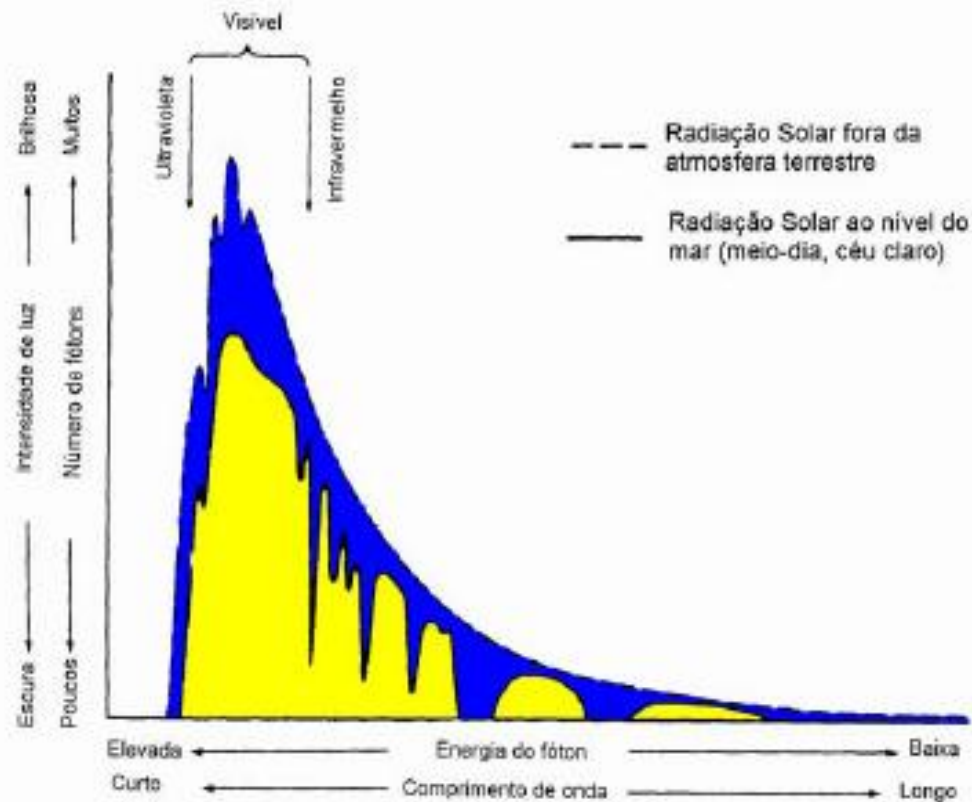


Figura 2.2 - Distribuição espectral da radiação solar. CRESESB (p.7,2009a)

Para Ayoade (2004, p. 23),

a radiação emitida pelo Sol tem uma distribuição espectral semelhante a de um corpo negro, à temperatura de $6\,000^{\circ}\text{C}$ e emite energia em ondas eletromagnéticas, que se propagam à razão de aproximadamente $299\,300\text{ Km/s}$ e leva aproximadamente 9 minutos para atingir a atmosfera terrestre.

Para o CRESESB (2005), as características da radiação solar (intensidade, distribuição espectral e angular) antes de atingir o solo, são afetadas por fatores como reflexões e absorção pelas condições atmosféricas e meteorológica, do ângulo Zenital do Sol, da espessura da camada de ar – coeficiente chamado de Massa de Ar – AM que pode ser exemplificada conforme figura 2.3.

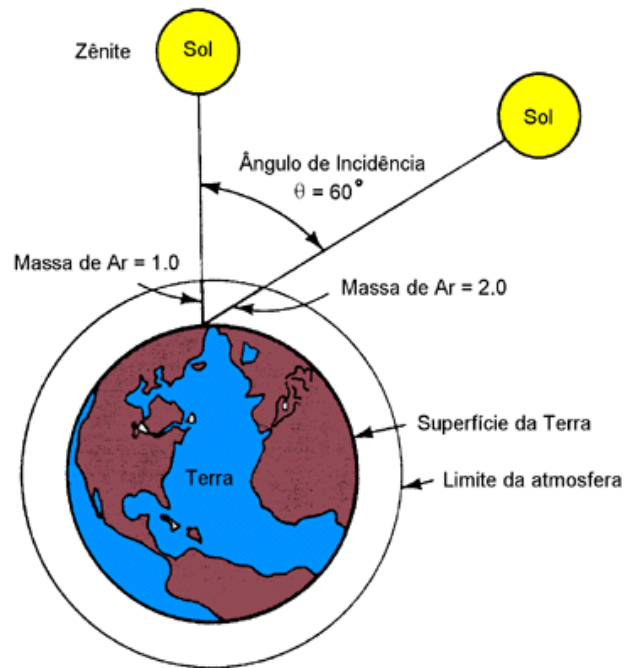


Figura 2.3 - Coeficiente de Massa de Ar em função da trajetória dos raios do Sol. CRESESB (2005).

O planeta Terra, em seu movimento anual em torno do Sol, descreve em trajetória elíptica um plano que é a inclinado de aproximadamente $23,5^\circ$ com relação ao plano equatorial. Esta inclinação é responsável pela variação da elevação do Sol no horizonte em relação à mesma hora, ao longo dos dias, dando origem as estações do ano, como pode ser visto na figura 2.4. A posição angular do sol, ao meio dia solar, em relação ao plano do equador (Norte positivo) é chamada de Declinação Solar (δ). Este ângulo varia de acordo com o dia do ano dentro dos limites $-+23,5^\circ \leq \delta \leq -23,4^\circ$, este ângulo pode ser visto na figura 2.4. A soma da declinação com a latitude local determina a trajetória aparente do Sol para um determinado dia em uma dada localidade na Terra (CRESEB, 2005).

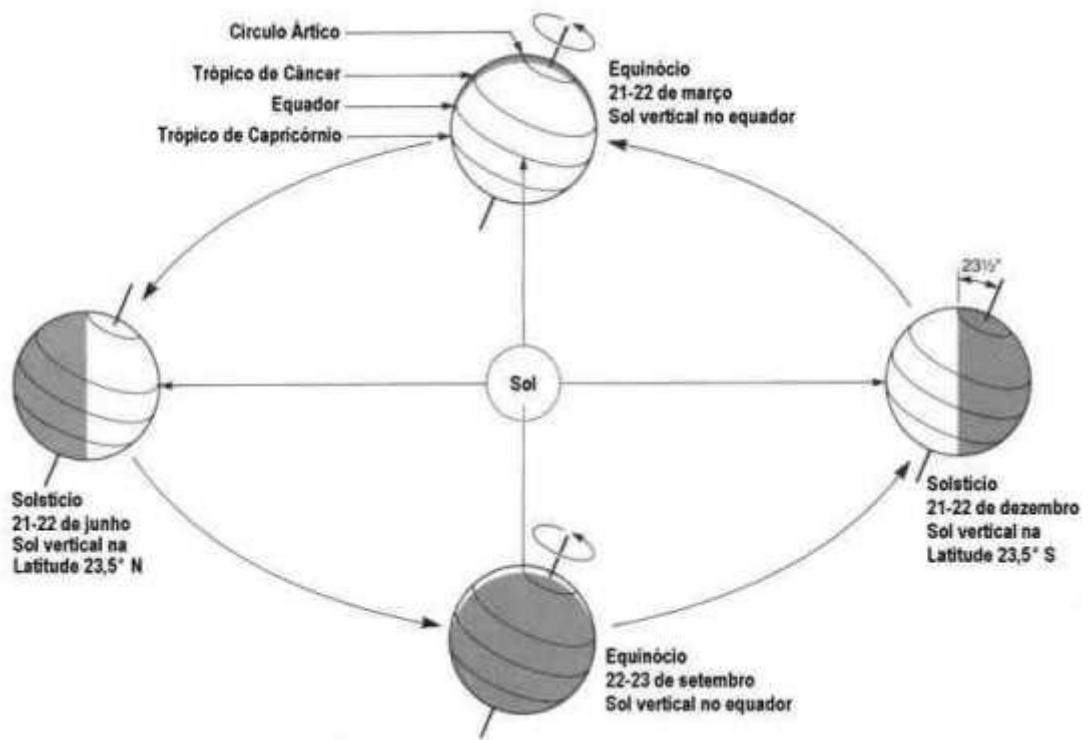


Figura 2.4 – Órbita da Terra em torno do Sol com eixo Norte Sul e inclinação ângulo 23,5°. www.fisica.ufpr.br

O Brasil é conhecido como um país que usufrui uma excelente irradiação solar, que se estende praticamente o ano inteiro. Segundo Tiba *et al* (2000, p. 19), “a radiação solar no Brasil, varia entre 8 a 22MJ/m² dia e revela um período de mínimo no trimestre de maio-junho-julho onde as estações solarimétricas registram intensidade de radiação na faixa de 8 a 18 MJ/m²”. Neste trimestre uma vasta região do Brasil incluindo o oeste dos estados de Ceará, Bahia e a fronteira sul do estado da Bahia registram-se o “centro de máxima de radiação solar na faixa de 18 MJ/m²”.

No trimestre de outubro-novembro-dezembro para Tiba *et al* (2000) as estações solarimétricas registram intensidades de radiação acima de “16 MJ/m². dia, máxima de 24 MJ/m²dia e valores de 22 MJ/m²dia” em uma vasta região do Nordeste do Brasil. A região central do Nordeste brasileiro de acordo com Tiba *et al* (2000) possui o menor índice de nebulosidade, logo o maior índice de radiação solar, onde as influências da costa marítima, da Zona de Convergência Inter-tropical e dos sistemas de Frontais do Sul são

menores

Portanto, de maneira geral o Brasil possui importantes vantagens técnicas e econômicas e geográficas dos sistemas solares instalados para atender a demanda energética, principalmente as comunidades localizadas no Nordeste. Ao analisar o gráfico 2.2 pode-se ver que o município de Mucuri, no estado Bahia, tem valores de radiação solar diária e médias anuais comparáveis com as melhores regiões do mundo. A região de Mucuri em termos de radiação solar conforme o gráfico 2.2 perde apenas para a região da cidade de Dongola, localizada no Deserto Árábico, no Sudão.

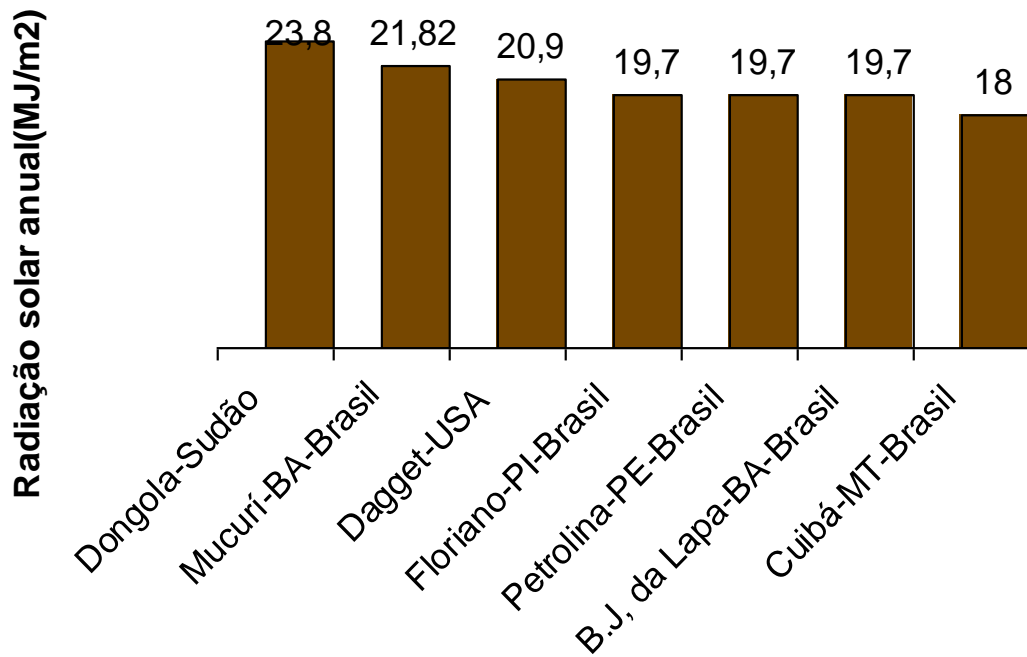


Gráfico 2. 2 - Dados de radiação solar anual para diversas localidades do Mundo. TIBA et al (2000), adaptado pela autora.

3 CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS NO SETOR RESIDENCIAL

A característica de consumo de energia elétrica predominante em comunidades próximas a regiões praieiras está estruturada no setor residencial e uma das principais fontes de renda da comunidade local tem como base a pesca artesanal. Portanto, é fundamental que se faça um levantamento de dados que permitam delinear a estrutura do uso de energia neste setor para posteriormente estabelecer um programa de atendimento energético que seja eficiente e adequado para cada realidade. Desta forma, é preciso estabelecer metas de consumo, para verificar qual a melhor tecnologia adotada para cada localidade que possui baixo consumo de energia elétrica, e possivelmente adotar uma energia de caráter renovável, de natureza limpa, que possa satisfazer as necessidades básicas no contexto do setor doméstico – cocção, bombeamento da água, iluminação, conservação de alimentos – secagem e refrigeração, aquecimento e comunicação.

Adverte Serpa (2001) que, levar energia às áreas isoladas é uma questão essencialmente social por ser economicamente inviável por não ser fundamentada em esquemas de produção e distribuição de larga escala, baixo consumo, necessidades não internalizada na cultura do cotidiano das famílias que utilizam a energia basicamente ao consumo doméstico e de forma precária. Diante deste fato, outras opções devem ser consideradas, como a utilização de fontes de energia renovável, que ofereçam múltiplas vantagens como possibilitar o uso da mão-de-obra local que necessita ser previamente capacitada para que não degrade o meio ambiente e facilite a produção econômica de energia útil em pequena escala.

3.1 SISTEMA SOLAR PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Encontrar alternativas energéticas com fontes de energia de caráter renovável constitui atualmente uma das maiores preocupações do homem, devido ao crescente aumento do consumo de energia em todo o planeta Terra. A energia solar é de longe a fonte alternativa de energia mais atraente para o futuro, pois, além das suas características não poluentes, a quantidade de energia disponível para conversão é equivalente a várias vezes o atual consumo energético mundial.

O sol surge como uma fonte incontestável de energia para a humanidade, sendo a energia solar uma fonte primária, possui a maior parte da energia disponível na Terra e, de forma indireta é responsável pela energia hidráulica, eólica, da biomassa e de natureza fóssil. “Apenas 1% de toda energia solar é convertida em tecido vegetal, que por sua vez produz o combustível fóssil, alimentos e produtos a base de compostos orgânicos” (Centro de Pesquisa de Energia Elétrica, 2005, p. 85).

No entanto, há um paradoxo a energia ainda é um bem escasso e caro no Brasil, pois a busca de alternativas para maximizar a sua conversão e obter maior quantidade, com baixos custos, sem agredir o meio ambiente requer conhecimento e pesquisa o que não é demonstrado como uma prioridade pelos setores governamentais. Porém, Fantinelli (2006, p. 4), afirma que “a incorporação de soluções tecnológicas eficientes e adequadas para a redução do consumo energético significa planejar com visão estratégica, tanto do ponto de vista econômico quanto social e ambiental”.

3.2 GERAÇÃO DE ENERGIA TERMOSSOLAR

A geração de energia termossolar segundo Reis (2002, p.157) é um processo que converte energia solar em energia térmica, e esta, por sua vez, em energia elétrica. Como

pode ser visto na Figura 3.1 o processo de conversão consiste em quatro sistemas básicos: coletor, receptor, transporte-armazenamento e conversão elétrica. A vantagem deste processo é que já existe no mercado máquinas de conversão termomecânicas. A figura 3.1 representa um processo completo de conversão termossolar.

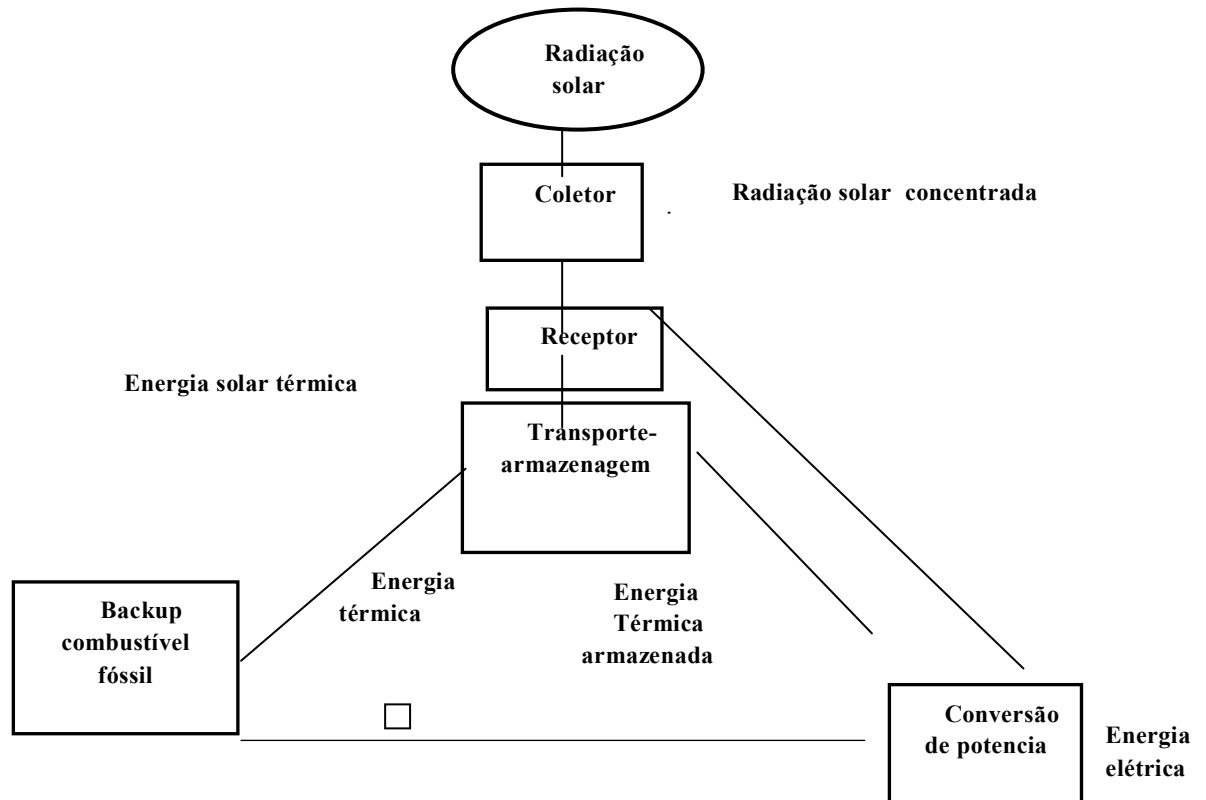


Figura 3. 1 – Esquema de um processo de conversão de energia solar em energia elétrica.

Discriminação do funcionamento do gerador termossolar no processo de conversão segue as seguintes etapas, conforme observado na Figura 3.1:

- 1) O coletor solar tem função de captar e concentrar a radiação solar incidente na superfície do coletor e dirigi-la até o sistema em que a radiação é convertida em energia térmica. Este estágio é afetado por uma eficiência ótica que atinge um máximo de 70%;

- 2) Receptor: Absorve e converte a radiação solar, transferindo o calor a um fluido termodinâmico. Essa conversão pode ser realizada por absorvedores constituídos de placas ou tubos revestidos por superfície de alto coeficiente de absorção. Tem um fluido termodinâmico em contato com a placa ou circulando no interior de um tubo que irá retirar a energia térmica. A eficiência de conversão atinge um máximo de 90%;

- 3) Transporte – armazenamento: absorve e converte a radiação solar incidente transferindo o calor a um fluido termodinâmico. Esta etapa consiste em converter a energia térmica contida no fluido termodinâmico em energia mecânica por meio de ciclos básicos como o de Brayton (gás), Rankine (vapor ou fluido de trabalho orgânico) e o de Stirling (2 processos isotérmicos e dois isocóricos reversíveis). O ciclo termodinâmico a ser utilizado depende da temperatura e da natureza do fluido.

- 4) Conversão de energia; A conversão de energia mecânica em energia elétrica é feita por meio dos processos convencionais utilizados na geração termelétrica o combustível fóssil no processo de conversão. As etapas 3 e 4 são afetadas por uma eficiência de conversão menor que a de Carnot, valores entre 25% a 35%;

A eficiência global do sistema termossolar, que é a combinação do rendimento do coletor térmico com o rendimento da conversão termodinâmica, esta compreendida entre 16 a 22% sendo o fator limitando a eficiência do ciclo de conversão termoeletrico, que por sua vez, depende da temperatura máxima atingida pelo ciclo termodinâmico mencionados acima. A eficiência das placas coletoras produzidas no Brasil segundo Fantinelli (2006, p.146) é de 42 a 47%. Para Palz (2002, p.185) nos processos de conversão que necessitam de calor, o limite de rendimento da conversão do calor em eletricidade é dado pelo

rendimento de Carnot, pela expressão:

$$\eta = \frac{T_{quente} - T_{frio}}{T_{quente}} \quad (1)$$

H = rendimento de Carnot;

T_{quente} = máxima temperatura em Kelvin;

T_{frio} = menor temperatura em Kelvin.

3.2.1 Concentrador cilindro parabólico

O concentrador cilindro parabólico é um tipo de coletor solar linear de secção transversal parabólica. Sua superfície coletora concentra a luz solar num tubo receptor localizado ao longo de um canal onde o foco transforma-se em uma linha focal. O fluido correndo no tubo é aquecido e então transportado a um ponto central através de uma tubulação projetada para minimizar as perdas de calor. A Figura 3.2 mostra um modelo de concentrador cilindro parabólico com suas partes constituintes.



Figura 3.2 – Coletor solar modelo concentrador cilindro parabólico. ALVAREZ (Sem data).

O concentrador cilindro-parabólico tem tipicamente uma única linha focal

horizontal, portanto, acompanha o Sol somente num eixo, ou norte-sul ou leste-oeste. Segundo Reis (2003) esta tecnologia opera a temperaturas na faixa de 100 a 400 °C.

Um exemplo de funcionamento bem sucedido desta tecnologia esta acontecendo na Califórnia nos EUA, com a implantação nove centrais denominadas SEGS – *Solar Electric Generating System* que pode ser vista na Figura 3.3, e usam um sistema destruído para conversão heliotermoelétrica. As SEGS operam com 354MW de potencia total distribuída. Além disso, o ciclo de conversão termodinâmico baseia-se no ciclo de Rankine a pressão moderada acionando um sistema turbo gerador convencional.



Figura 3.3 - Planta Solar SEGS na Califórnia. ALVAREZ (Sem data).

As SEGS tem obtido no mercado internacional os menores custos em termos de utilização de energia solar e é empregada em centrais de ponta. O Gráfico 3.1 mostra a o rendimento de uma SEGS nas várias etapas do processo de geração de eletricidade, a sua eficiência ao longo do processo vai sendo reduzida. O fator de capacidade previsto para uma SEGS é de 54%, para igual geração solar e por combustível usando-se apenas a parte solar o fator é de 30%.

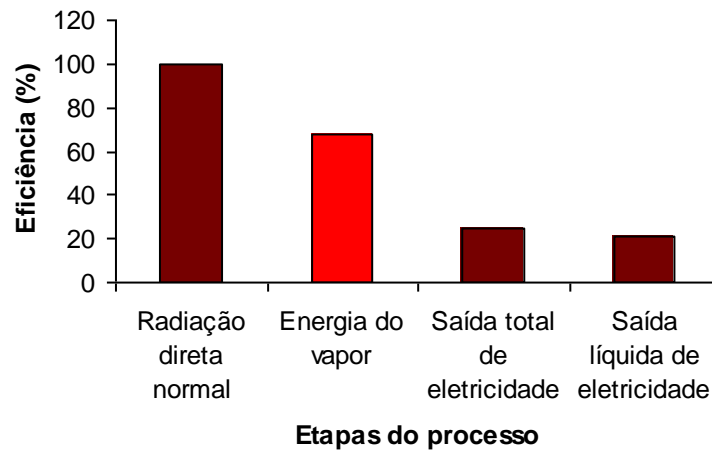


Gráfico 3.1 – Eficiência das SEGS nas várias etapas do processo de geração de eletricidade. REIS (2003, p.162).

3.2.2 Disco parabólico

Esta central termoelétrica é muito semelhante ao tipo de cilindro em todos os seus componentes, com exceção do concentrador que é um parabolóide de foco central, que é ilustrado na Figura 3.3. O coletor apresenta um foco pontual que acompanha o movimento do Sol em dois eixos, concentrando a energia solar em um receptor localizado no ponto focal do disco. O receptor absorve a energia solar radiante, convertendo-a, por meio de um fluido circulante, em energia térmica. A energia térmica pode, então, ou ser convertida em eletricidade usando um turbogerador acoplado diretamente ao receptor, ou pode ser transportada através de tubos ao sistema central de potência.



Figura 3.4 – Coletor solar modelo de sistema de parabólica com motor stirling. Campo Solar Eurodish na Alemanha. FILHO (2008, p.17).

O rendimento de um parabolóide é o mais alto de todos os concentrados e a temperatura no foco pode atingir 800°C a 1 500 °C, o tamanho do parabolóide não deve ultrapassar a 50 m² para evitar problemas de manuseio. Os fluidos orgânicos são mais adequados para o transporte de calor a grandes distâncias, porem não suportam temperaturas maiores que 400°C (CRESESB, 2005, p.193).

Reis (2003) afirma que tecnologia de sistema parabólico alguns atributos que a diferencia de coletores e por ser o foco pontual, melhora a eficiência do sistema, além de possuir coletor modular e unidade receptora que podem funcionar independentemente ou como parte de um sistema de disco. Nesse tipo de sistema, “a eficiência comprovada para conversores solar em eletricidade é de 28% para o ciclo Stirling e de 15% para o Rankine com fluido orgânico” (PALZ, 2002, p. 206).

3.2.3 Torre de potência

A torre de potência, ilustrada na Figura 3.5 apresenta um coletor de receptor central e um conjunto de espelhos planos (heliostatos), que enviam a luz solar a um receptor central, que a converte em energia térmica. A energia térmica é convertida, em seguida, em energia elétrica, por meio de um ciclo termodinâmico convencional do tipo Brayton ou Rankine.

Este sistema é composto por quatro subsistemas principais: o heliostato orientado, a torre com o receptor central em seu topo, o módulo de armazenamento e o conjunto turbina-gerador. Na Figura 3.5 pode identificar um sistema de torre de potência central de energia solar.



Figura 3.5 – Imagem de uma torre de potência. Foto: AFP/Solar Systems. www.g1.globo.com.br

O heliostato, ver figura 3.6, é composto por vários espelhos montados em uma estrutura suportada por um pedestal que permite movimentos de elevação e azimute. Os espelhos enviam a radiação solar direta na direção da cavidade receptora no topo da torre. Essa configuração evita a necessidade de transmitir energia térmica ao longo de grandes distâncias, a vantagem é eliminação da rede de distribuição, diminuindo custo. A vantagem deste sistema de torre central é o uso de tecnologias conhecidas.



Figura 3.6 – Modelo de um heliostato, montado Sanlúcar de La Mayor, na Espanha www.wikienergia.com

O receptor, instalado no alto da torre, transfere a energia solar captada e convertida em energia térmica a absorção é feita por tubos negros em cujo interior circula um fluido térmico aquecido e acionado por bombas. Existem dois tipos básicos de receptores: externo e de cavidade.

- a) Os receptores externos possuem painéis formados por um número muito grande de pequenos tubos verticais (20-56 mm) soldados lado a lado formando um cilindro. Os extremos superiores e inferiores dos tubos estão conectados com tubos coletores por onde circula o fluido térmico que retira calor do receptor. São usados como fluidos termodinâmicos: sólidos, líquido, misturas de sais (nitratos), óleos térmicos, água e ar (ou hélio) a escolha do fluido é determinado pela temperatura de operação do sistema, por considerações de custo-benefício e pela segurança operacional.
- b) Receptores tipo cavidade são usados para reduzir as perdas térmicas por meio da localização dos tubos absorvedores no interior de uma cavidade.

Na fase seguinte o fluido quente é transferido por uma tubulação para um conjunto turbina-alternador convencional, que produz eletricidade. Uma fonte fria é necessária para o processo de conversão termodinâmica. Um armazenador de calor é necessário para os períodos de nebulosidade sobre os espelhos. “As torres centrais possuem eficiência na ordem de 15% decorrente da eficiência ótica de 66%, do receptor de 85% e o produto da

eficiência do ciclo termodinâmico de 26%” (CRESESB, 2005, p.195).

3.2.3.1 Cálculo da potência e da energia do receptor central

A potência instantânea segundo Reis (2004) de uma central com coletor de receptor central pode ser expresso por:

$$P_G(t) = \eta_o \times \eta_r \times \eta_t \times I(t) \times N \times S_h \quad (2)$$

onde:

η_o = eficiência ótica do campo de heliostatos;

η_r = eficiência do receptor;

η_t = eficiência do ciclo termodinâmico;

$I(t)$ = radiação direta;

N = numero de heliostatos, depende da altura da torre e da inclinação do terreno;

S_h = superfície de cada heliostato.

A tabela 3.1 mostra os valores de eficiência obtidos em todo o processo de um sistema de torre de potência apresentado pela (DOE) *Department of Energy* de uma central térmica dos Estados Unidos.

PARTES DA TORRE DE POTÊNCIA	SOLAR ONE %
Heliostatos	82
Campo de heliostatos	70
Receptor	69
Transporte	99
Turbina	30
Sistema de suporte	61
Disponibilidade	78
Eficiência global	1

Tabela 3.1 - Eficiência Anual do Sistema “Solar One” em 1985. REIS (2002, p. 160)

3.2.4 Energia Termossolar para aquecimento de água

No processo de aproveitamento da energia solar, convertendo-a em energia térmica, encontra-se a tecnologia de aquecimento de água para finalidades residenciais, comerciais, hospitais e piscinas. Segundo Salcedo (2002, p. 4) “a maior aplicação de coletores solares é no aquecimento de água residencial”.

Para Varella (2004) os sistemas de aquecimento de água podem ser separados em dois grupos: termossifão e circulação forçada, com coletores solares planos, reservatório térmico, tubulação para circulação de água, e alguns sistemas auxiliares como termostato, motobomba, termopares e outros. Os coletores planos solares podem ser fechados ou abertos dependendo da temperatura desejada. Caso a temperatura desejada esteja na ordem de 60°C usa-se coletores solares fechados.

A constituição básica do coletor solar plano fechado inclui caixa externa (geralmente de alumínio ou chapa dobrada), isolamento térmico (mais comum é a lã de vidro), tubos ou flauta (normalmente cobre por possuir alta condutividade térmica e resistência a corrosão) placas absorvedoras e aletas (em cobre ou alumínio, cobertura transparente (vidro) e vedação (Mc VEIGH, 1977, p. 55).



Figura 3.7. Coletor solar plano marca Heliotek. www.heliotek.com.br

A água que percorre o interior dos coletores solares pode circular de forma natural ou forçada. A figura 3.8 apresenta o sistema de aquecimento de água de forma natural utilizam termosifão e identificam as oito partes essenciais para o seu funcionamento deste sistema. Esta tecnologia é destinada para instalações de pequeno porte, como residências. O sistema de circulação fechada, que é visto na figura 3.9 e mostra também, o funcionamento do processo identificando suas partes principais para aquecimento de água destinada a instalações de médio e grande porte, como edifícios e hospitais.

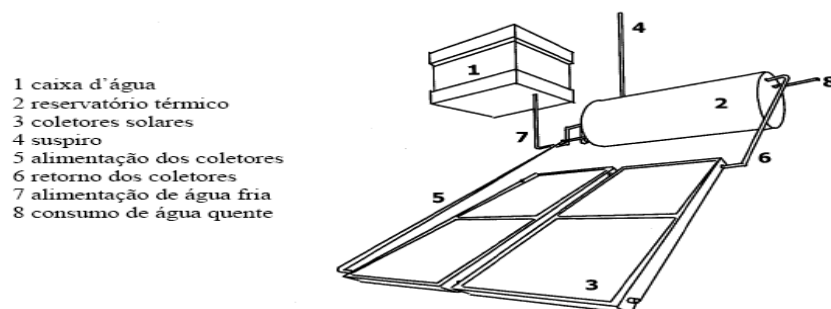


Figura 3.8 - Circulação natural ou termosifão para aquecimento de água. Mesquita citado por Varela, 2004.

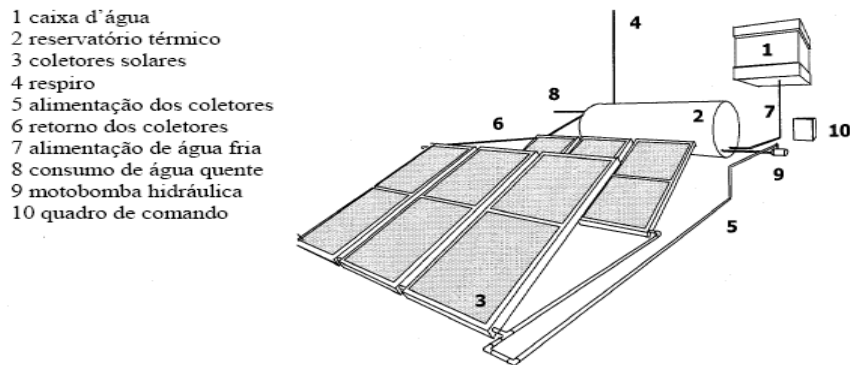


Figura 3.9 - Sistema de circulação forçada para aquecimento de água. Mesquita citado por Varella, 2004.

Normalmente, a tecnologia termossifão é a mais utilizada para aquecimento de água residencial por não necessitar de bomba. Salcedo (2002) informa que o efeito termossifão é provocado pelo processo de convecção por gravidade dentro do reservatório de água ou caixa d'água. Inicia com a água fria do fundo do reservatório retorna por gravidade ao coletor solar, que se encontra num nível mais baixo, água fria mais pesada desloca a água aquecida do coletor até o reservatório térmico, num processo natural de circulação que se perpetua enquanto o coletor continua sob a ação da radiação solar.

A velocidade da circulação aumenta com a intensidade da insolação. O local para a estocagem da água quente deve oferecer condições para que não haja trocas de calor com o meio externo e, portanto, resfrie, para isso utiliza-se um reservatório termicamente isolado com metal e revestido com lã de vidro ou poliuretano expandido (PALZ, 2002, p. 2002).

Segundo Salcedo (2002), a quantidade de coletores solares depende da quantidade de água a ser aquecida que deve ficar numa faixa de temperatura entre 60 - 70°C. Os materiais mais utilizados para a superfície absorvedora desses coletores dependem da marca podem ser feitos de alumínio (44%), cobre (52%) e plástico PVC (1%). Para um aquecedor solar do tipo termossifão seja eficiente deve levar em consideração a relação $M/AC = 75\text{Kg}/\text{m}^2$, onde M é a massa de água aquecida e AC é a área do coletor solar. Alguns fabricantes afirmam que a liberação de água quente por metro quadrado de coletor

solar é de aproximadamente 65 litros/dia em regiões quentes.

Explica Palz (2002), um consumo diário de 200 litros de água a 60°C, aquecido, a partir de 20°C requer uma entrada de calor de 9kWh, com rendimento de 50%, energia acumulada num coletor de 4 m². O tempo médio de vida de um coletor solar para aquecimento de água é de 10 anos. O Japão é o país mais avançado em aquecimento de água. Até 1969, 2,6 milhões de aquecedores solares de água haviam sido instalados referentes a 27% de todos os banheiros japoneses, este valor passou para 1 milhão após a instalação do programa de eletrificação rural. Seguindo a mesma prática de utilização de aquecedores solares para aquecimento de água residencial os EUA e Europa, 80 a 90% de todas as instalações solares são destinadas ao aquecimento doméstico de água.

3.3 TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

As aplicações dos sistemas fotovoltaicos autônomos na eletrificação residencial, os sistemas fotovoltaicos autônomos são empregados sob a forma de Sistema Fotovoltaico Domiciliar (SFD), compreendendo a mesma definição internacional para *Solar Home System* (SHS), sistema autônomo para suprir a demanda energética do domicílio familiar, pode ser usado para iluminação, aparelhos elétricos.

3.3.1 Sistema fotovoltaico autônomo

Um sistema fotovoltaico de produção de energia elétrica compreende o agrupamento de módulos em painéis fotovoltaicos e de outros equipamentos relativamente convencionais, que transformam ou armazenam a energia elétrica para que possa ser utilizada facilmente pelo usuário.

Segundo Zanesco et.al. (2004), os principais constituintes desse sistema são: conjunto de módulos fotovoltaicos, controlador de carga ou regulador de tensão, sistema de armazenamento de energia e inversor corrente contínua/corrente alternada, bateria e diodos de proteção e estrutura de suporte que é visto na figura 3.10.

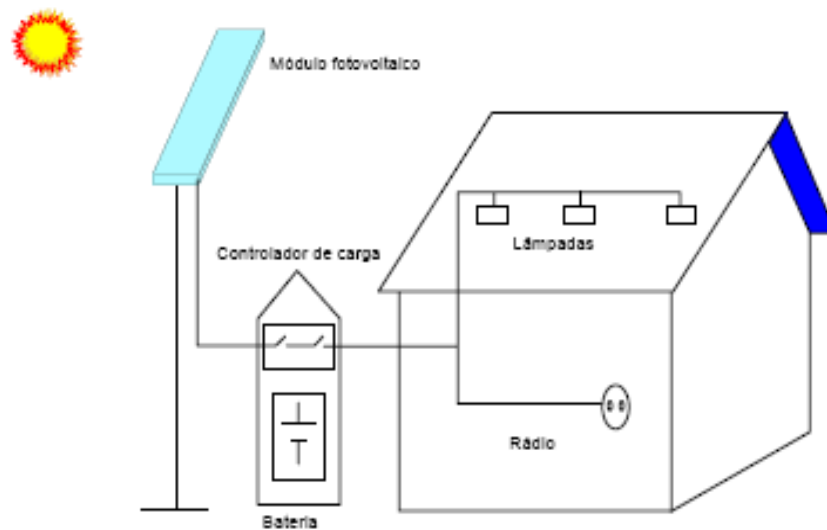


Figura 3.10 - Esquema de um sistema solar fotovoltaico autônomo. SERPA (2001, p.49).

3.3.2 Tecnologia das células fotovoltaicas

Vários materiais e tipos de estruturas são usados na produção de células fotovoltaicas. Atualmente, declara Serpa, (2001, p. 48) “o silício é o material mais utilizado, pois há muito já se tem conhecimento tecnológico dele e da matéria prima que lhe dá origem para células fotovoltaicas”. As células de silício monocristalino e policristalino são historicamente os mais utilizados. Porém, existe uma grande quantidade de outros semicondutores de menor eficiência, tais como o silício amorfo hidrogenado, o telureto de cádmio, o disseleneto de cobre índio e HIT (*Heterojunction With Intrinsic Thin layer*) são usados na produção de células fotovoltaicas.

Hoje, há um desenvolvimento crescente da tecnologia de filmes finos, que consiste em células cujas camadas ativas são filmes – policristalinos ou desordenados (amorfo) – depositados ou formados em um substrato eletricamente passivo ou ativo. Para Serpa (2001), com a finalidade de reduzir custos, outras tecnologias são consideradas na fabricação de células, como silício com menor nível de pureza, lingotes ou lâminas de silício com seção quadrada, silício diretamente na forma de placas ou fitas, esfera de silício monocristalino e outros materiais como arseneto de gálio e o sulfeto de cádmio.

O Silício na forma *monocristalina*, é o mais tradicional das tecnologias e domina o mercado de células fotovoltaicas. Segundo Salamoni (2004) esta tecnologia possui limitações em termos de redução de custos e produção. Além disso, a células de silício monocristalino não é tão eficiente quanto submetida a temperaturas altas, pois a eficiência esta diretamente relacionada com a temperatura se aumentar, a eficiência da célula diminui. A interligação dos módulos define a tensão e a corrente de saída, sempre em corrente contínua. Normalmente são incorporados diodos de potência no arranjo para proteção dos módulos.

O silício *policristalino* apresenta menor eficiência de conversão e seu custo de produção é mais baixo do que o silício monocristalino. Esse fato é decorrente do processo de fabricação da célula. “O rendimento energético das células de silício, na prática, chega-se a um rendimento de 12 a 14%” (COMETA, 2004, p.106). Este valor decorre em consequência do efeito de reflexão sobre a superfície de contato, não permitindo a absorção completa da radiação, pelo fato de que as células são sensíveis a uma parte de espectro de radiação solar, além de outros fatores como resistência interna das células e outros.

A produção dos *filmes finos* como a tecnologia do silício amorfo hidrogenado apresenta módulo com uma fina camada de material semicondutor em uma lâmina de

vidro. A vantagem desta tecnologia é apresentar uma viabilidade e uma flexibilidade maior do que os módulos de silício cristalino, uma vez que, pode ser depositado diretamente sobre grandes superfícies e com uma variedade de substratos. “A eficiência em células individuais de silício amorfo hidrogenado em laboratório é inferior a 15%, no mercado na faixa de 8-9%” (SALAMONI , 2004, p. 25).

Comercialmente disponível há quase uma década, para aplicações em calculadoras, o *Telureto de Cádmio* é outra tecnologia viável para células solares. Estes módulos, também na forma de filmes finos, normalmente sob a forma de placas de vidro num tom marrom/azul escuro, possuindo um atrativo estético diferenciado das demais tecnologias apresentadas anteriormente apresentam algumas restrições nesta tecnologia como sua toxicidade e os elementos envolvidos não são abundantes na crosta terrestre. Porém para Salamoni (2004, p. 29) “a eficiência da célula individual é de aproximadamente de 16% para pequenas áreas, no mercado internacional é de 7 e 9%.”

Outros competidores no mercado fotovoltaico no futuro será os componentes baseados na *disseleneto de cobre e índio* (CuInSe_2) e o HIT. Conforme Salamoni (2004, p. 29) “as células a base de disseleneto de cobre e índio possuem uma eficiência em laboratório em torno de 18% para pequenas áreas e de 9 a 10% para grandes áreas,” comercialmente disponível. A tecnologia HIT é produzida com células cristalinas com camadas ultrafinas de silício amorfo, 200 micrometros mais fina que as outras tecnologias. Possui altos percentuais de eficiência, porém seus custos são maiores, comparados com as demais tecnologias. “Na fabricação de células de sulfeto de cádmio, economicamente a sua fabricação é mais barata que o silício, mas o rendimento desta célula é de apenas 6%” (COMETA, 2004, p.106). De acordo com a Tabela 3.2 o silício monocristalino e policristalinos são os mais utilizados no mercado mundial por possuir certas credibilidades no mercado, além de já existir um vasto estudo sobre células foto voltaicas a

base de silício, as demais ainda se apresentam em fase de estudo, mas comercialmente disponível.

MATERIAIS PARA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA	UTILIZAÇÃO (%)
Silício monocristalino	35,21
Silício policristalina	47,59
Silício amorfo	8,31
HIT	4,53
Silício Ribbon	3,5
CdTe – Telureto de Cádmio	0,42
Filme de silício	0,26
CIS-cobre e índio	0,18

Tabela 3.2 – Mercado mundial utilização das diferentes Tecnologias Fotovoltaicas, em 2001. Salamoni (2004).

3.3.2.1 Módulos fotovoltaicos

Afirma CRESCESB (2009) que devido a baixa tensão e corrente de saída em uma célula fotovoltaica, ao agrupar várias células para formar um módulo, estas células podem ser conectadas em série ou paralelo.

A conexão em paralelo soma-se as correntes de cada módulo e a tensão do modulo é exatamente a tensão da célula. As células conectadas em paralelo possuem as seguintes características:

- Corrente máxima por volta de 3A;
- Tensão muito baixa, em torno de 0,7V.

A conexão em série é o arranjo mais comum empregado no mercado. Neste sistema, o maior número de células possíveis são agrupadas, soma-se a tensão de cada célula chegando a um valor de 12V o que possibilita o armazenamento da carga acumuladora (bateria) que funciona na faixa de 12V. Na instalação de células fotovoltaicas costuma-se usar um diodo de passo ou “bypass”, conforme pode ser visto na figura 3.11 caso haja um problema em alguma célula não limita a dissipação de calor na célula com problema, o uso do diodo “*bypass*” é feito para redução de custo operacional.

A estrutura de sustentação dos módulos utiliza materiais comuns, como madeira, aço galvanizado ou alumínio. Além do suporte, a estrutura deve permitir o agrupamento e a interligação dos módulos de forma simples, e ter dispositivos que possibilitem a orientação do painel, segundo a localização geográfica e a época do ano. A utilização desse dispositivo segundo Reis (2003) é uma forma de aumentar a energia gerada pelo painel fotovoltaico.

3.3.2.2 Sistema de armazenamento de energia

O sistema de armazenamento de energia em módulos fotovoltaicos é constituído de baterias eletroquímicas. São aparelhos estáticos de corrente contínua e baixa tensão, usualmente usa-se bateria de chumbo-ácido ou de níquel-cádmio, este último de confiabilidade maior no mercado apesar do seu alto custo (SERPA, 2001).

O subsistema condicionador de potência, visto na figura 3.11 é um outro sistema de armazenamento de carga em módulos fotovoltaicos conhecido com (PCS) *Power Conditioning Subsystem* para CRESCESB (2005) este sistema converte a saída do gerador fotovoltaico em potência útil. Um condicionador de potência apresenta os seguintes componentes: o controlador de carga que controla a energia evitando às baterias e aos

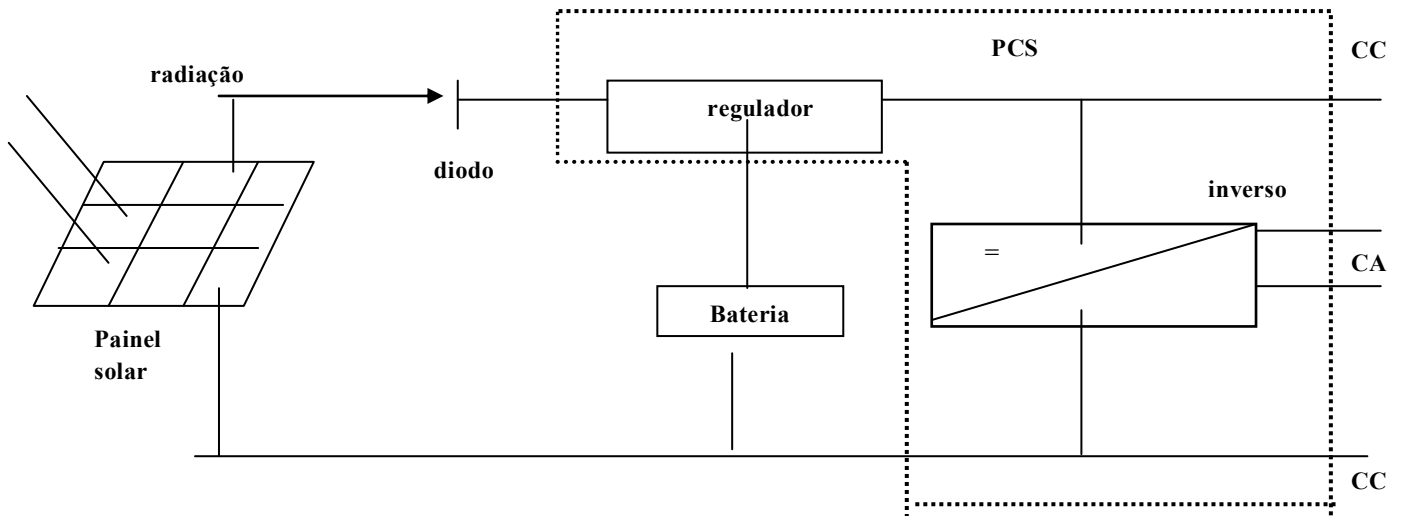
pontos de consumo, o inversor, conversor de corrente contínua – CC em corrente alternada -CA.

O controlador de carga presente no PCS é instalado entre os módulos e as baterias e gerencia o processo de carga e descarga das baterias, evitando que as mesmas sejam sobrecarregadas ou descarregadas além dos limites pré-determinados. Os PCS apresentam uma eficiência média em torno de 92% (CRESCESB, 2005, p.197).

O inversor é um equipamento auxiliar de acondicionamento de potência, converte CC em CA em um sistema fotovoltaico. Atualmente, existem, dois tipos de inversores em utilização: os comutados pela linha e os autocomutados. No primeiro inversor, o processo de inversão é controlado pela tensão da rede; no segundo é controlado e realizado por um sinal gerado no próprio dispositivo. Este último por ser mais complexo possui um custo mais elevado, porém permitem que o sistema possa ser usado para alimentar, isoladamente, cargas elétricas. Hoje, os PCS para baixas potências, na faixa de 100 – 2 000W, existe inversores com rendimento de 95%” (COMETA, 2004, p.106).

3.3.3 Potência e energia geradas pela instalação de um sistema fotovoltaico

A potência gerada num sistema fotovoltaico depende basicamente da radiação solar horária no plano coletor, painel fotovoltaico, e a potência instalada que depende da área do painel e às características do mesmo e dos demais equipamentos constituintes do sistema condicionador de potência.



PCS = Subsistema condicionador de potência (power conditioning subsystem)

CC = Corrente contínua

CA= Corrente alternada

Figura 3.11 – Modelo de um sistema de armazenamento de energia. REIS (2003, p.153)

A potência gerada no sistema, durante o período de insolação máxima, com a configuração mostrada na figura apresentada acima é dada pela expressão :

$$P_g(t) = \eta * AR_s(t) \quad (3)$$

Onde:

η = rendimento total do sistema, composto pelo rendimento do painel solar mais o rendimento do sistema de condicionamento de potência;

A = área do painel solar;

$R_s(t)$ = radiação solar incidente em função do tempo.

Geralmente a área é calculada pela expressão:

$$A = \frac{P_I}{\eta * R_{SM}} \quad (4)$$

P_I = Potência instalada.

ηR_{SM} = radiação solar máxima (costuma-se usar o valor de 1 kW/m^2 que é a radiação utilizada como referência na fabricação das células, testada sob condições específicas).

O rendimento central é o produto do rendimento do condicionador de potência e do rendimento do grupo de painéis. O rendimento deste sistema depende basicamente da potência de entrada do inversor, indo de zero para uma entrada de alguns por cento da potência nominal, subindo rapidamente e praticamente se estabilizando num patamar entre 50 a 100% da potência nominal. As centrais fotovoltaicas em operação na Califórnia, Estados Unidos, apresentam um fator de capacidade máxima anual “(relação entre a potência média gerada e a potência nominal no período considerado) na média de 25% a 30% e com eficiência média global de conversão de 9 a 10%” CRESESB (2005, p.197). A energia anual gerada pelo sistema fotovoltaico pode ser expressa por:

$$E_G = P_R * F_C * 8.760h / ano \quad (5)$$

Em que:

E_G = energia gerada por ano (kWh/ano);

P_R = potência;

F_C = fator de capacidade.

3.4 TECNOLOGIA SOLAR E IMPACTO AMBIENTAL

O uso direto da energia solar para satisfazer às necessidades energéticas humanas atuais é vantajoso porque o equilíbrio térmico da Terra não é perturbado. A instalação de uma central solar no deserto não muda necessariamente o equilíbrio térmico total. O solo desértico absorve luz por todo o espectro devido a composição física e química do mesmo.

A absorção de um gerador solar não é a mesma que o solo do deserto. “Cerca de 1 a 10% da radiação é extraída na forma de eletricidade e remetida ao consumidor, à distância. Supondo que a emissividade térmica da superfície do gerador e do solo desértico é a mesma” (PALZ, 2002, p. 108). Então, no local do gerador instalado no deserto, o equilíbrio térmico seria o mesmo, com ou sem o gerador. Mas, no local do consumidor, a energia solar transmitida seria consumida, não acarretando acréscimo ao equilíbrio térmico. Porém, quando se pensa em termoelétrica, a perturbação térmica é muito maior na utilização de combustível fóssil com a liberação de calor devido a combustão e a liberação de gases do efeito estufa na atmosfera.

Para Camargo (2000), devido à baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, a energia solar necessita de grandes áreas para captação dos raios solares para que se torne economicamente viável provocando um impacto visual. A utilização da tecnologia de módulo fotovoltaico não tem grandes impactos visuais, pois pode ser colocada junto aos locais onde a eletricidade é consumida, a ocupação de áreas terrestres para fixação dos módulos pode ser amenizado se colocados no telhado das casas e espaços de estacionamentos.

O impacto do equilíbrio térmico solar parece ser menos importante do que alguns outros efeitos do uso da terra como o desmatamento para a agricultura, a urbanização, as indústrias e as rodovias onde o processo de absorção, radiação e reflexão térmica foram modificados (REIS, 2003).

Para Cometta (2004), a energia solar pode provocar um desequilíbrio ambiental quando a poluição térmica é localizada, por exemplo, a de um rio por causa das águas de descarga de uma central termoelétrica. O calor contido nas águas utilizadas para resfriar os condensadores de vapor provocará igual poluição térmica do rio ou do lago a que forem restituídas. A utilização da energia solar deve ser considerada como um meio de substituir ou minimizar a poluição térmica gerada no ambiente. Além disso, a utilização de fonte renovável é uma forma de economizar a utilização dos combustíveis fósseis e nucleares,

muito mais poluentes e nocivos ao meio ambiente, atrelado a uma consciência ambiental de consumo energético.

Na fabricação de células fotovoltaicas utiliza-se material poluidor como o, Telureto de Cádmio que provoca um impacto não só ambiental, por se apresentar na natureza com baixa abundância para extração, mas também para a saúde humana estudos demonstram que o Telúrio de Cádmio possui grande toxicidade para seres vivos.

Nas baterias existe o mercúrio que apresenta riscos à saúde podendo afetar os rins e o sistema nervoso central e o cádmio é um provável cancerígeno humano podendo provocar também problemas pulmonares (CAMARGO, 2000, p. 25). Assim, a reciclagem destes materiais ao longo do processo de fabricação das células fotovoltaicos pode ser uma alternativa viável e certamente possível, algumas empresas de baterias já executam projetos destinados a reciclagem dos materiais tóxicos. Além disso, o subsistema condicionador de potência, conhecido com PCS pode substituir o uso das baterias, amenizando o impacto ambiental provocado pelo uso de células solares para geração de energia.

A avaliação de um projeto de geração de energia elétrica deve enfatizar a inserção do meio ambiente; ao escolher uma tecnologia específica para eletrificação é importante avaliar as relações ambientais, pois elas podem até ser a única razão para o abandono de algum item ou abandono total do projeto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi delineado sob dois focos principais: o aspecto teórico, que por sua vez parte de um levantamento bibliográfico de fontes específicas acerca do tema, com o propósito de buscar resultados satisfatórios para o problema proposto e a utilização da pesquisa de campo com base na aplicação de um questionário investigativo para verificar as necessidades energéticas da população. Neste sentido, apresenta uma entrevista com a Associação da Vila de pescadores do município de Mucuri, situado no extremo sul do estado da Bahia, na perspectiva de traçar uma visão panorâmica da situação sócio-econômica da população analisada.

Foram coletados dados durante os meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2008. O questionário, anexo C, foi um instrumento que também permitiu cadastrar os possíveis beneficiados do projeto. Além disso, agregou informações que permitem identificar e caracterizar esses futuros usuários da tecnologia (nível escolar, despesa energética mensal familiar, entre outros). Outro ponto importante foi a obtenção de dados necessários para o projeto de engenharia (número de pontos de luz desejados, dimensionamento, etc.).

A pesquisa apresentou parâmetros para a dinâmica de investimentos entre a energia renovável e a não renovável para os custos nestes setores. São dados extraídos na própria comunidade pesqueira através da aplicação de questionário na comunidade de pescadores.

Em relação aos dados como: a caracterização térmica, insolação, direção e velocidade dos ventos, o estudo se utiliza de dados fornecidos pela estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada no município de Caravelas/BA.

Para realizar o orçamento para a possível aquisição de placas coletoras foi

realizado uma cotação de preço no comercio de Teixeira de Freitas, cidade próxima de Mucuri, conforme anexo B, pois o comercio de Mucuri não possui locais de venda para coletores solares.

Em relação à cotação de preço para orçar os módulos fotovoltaicos, como o comércio da região de estudo não oferece este tipo de material, esta cotação foi realizada via internet e telefone, nas empresas da grande São Paulo que tiveram interesse em participar do projeto como a Solar Brasil e Solar Terra, conforme anexo B.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO

A comunidade estudada localiza-se na vila de pescadores inserida no município de Mucuri, precisamente localizada a - 18° 05' 24," de latitude sul e -39° 33' 11" de longitude oeste de Greenwich, dados registrados "*in loco*" pela pesquisadora, utilizando aparelho GPS de marca Garmin. Através destes dados foi construído um mapa conforme figura 4.1 que mostra a localização do município de Mucuri. A localização geográfica da Vila está na faixa sazonal de baixa latitude, o que lhe confere caráter tropical o município apresenta-se no litoral baiano próximo a divisa do estado da Bahia com o Espírito Santo, veja figura 4.1.



Figura 4.1 - Localização da cidade de Mucuri e de Caravelas.

4.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Nas entrevistas realizadas na vila dos pescadores de Mucuri, foram abordados 91,2% do total de 63 pescadores, sendo computados 63 domicílios e 397 moradores. As entrevistas foram realizadas com a presença de moradores no local, cerca de 10 famílias não foram entrevistadas ou por não estarem na residência no momento da entrevista, ou por dificuldade de acesso do entrevistador ao local de domicílio.

Foram utilizados os dados climáticos do município de Caravelas aplicando-se um modelo de “interpolação espacial denominado Krigagem através de uma fundamentação do conceito de geoestatística, localização geográfica e dependência espacial – junto com a teoria das variáveis regionalizadas” CRESESB (2005 apud CAMARGO, 1997). Este método apresenta aplicabilidade quando em locais próximos, numa mesma região, como é mostrada a localização das duas cidades no mapa na afigura 4.1, as variáveis climáticas variam com

certa suavidade de um ponto a outro ponto do espaço como é o caso do município de Mucuri e Caravelas à proximidade geográfica dos dois municípios que é de 50 Km.

Na cidade de Caravelas existe uma estação climatológica que é o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET-MAPA que juntamente com outras estações climatológicas no extremo Sul da Bahia, registram as alterações temporais diárias da região. Através desta Estação foi obtido dados térmicos, pluviométricos e de insolação média da região em estudo.

Para obter os dados de radiação solar incidente no município de Mucuri utilizou-se da ferramenta matemática disponível no site da CRESESB que, por sua vez, utiliza o programa SunData contendo valores de radiação diária, média e mensal no plano horizontal e inclinado.

Os dados referentes à velocidade e direção dos ventos na região foram registrados mensalmente ao longo de 48 anos pela estação de Caravelas –INMET-MAPA.

4.3 DIMENSIONAMENTO DA TECNOLOGIA SOLAR

Foi utilizado o dimensionamento de Creder que tem por objetivo verificar qual a dimensão do coletor que produziria a energia necessária para aquecer a água conforme a necessidade da população da Vila dos pescadores.

O presente trabalho realizou um comparativo de investimentos entre a energia renovável solar e não renovável, termoelétrica, para custos nestes setores, buscando dados na própria comunidade pesqueira com aplicação de questionário tanto na comunidade quanto na empresa de energia elétrica.

4.3.1 Método para avaliação econômica

Ao analisar os aspectos que abrangem um investimento é necessária a avaliação

dos critérios econômicos para conhecimento a rentabilidade de cada investimento. A metodologia usada para o projeto de geração de energia solar será o Valor Produto Líquido (VPL).

O VPL é compreendido como a quantia equivalente, na data zero, de um fluxo financeiro, descontando-se a taxa de juros. A atividade é desejável se o VPL for superior ao valor do investimento pagando-se a taxa de juros determinada para o uso alternativo daquele dinheiro. Logo, devem-se trazer os valores de cada período de tempo para o valor de hoje: dos investimentos, dos custos, das receitas.

O VPL de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Conceitualmente, a viabilidade econômica de um projeto analisado por este método é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados a determinada taxa de juros (REZENDE & OLIVEIRA, 1993)

A fórmula para calcular o VPL é:

$$VPL = \sum_{n=0}^n \frac{R_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=0}^n \frac{C_n}{(1+i)^n} \quad (6)$$

onde:

C_n = custos ao final do ano ou do período de tempo considerado;

R_n = receita líquida ao final do ano ou do período de tempo considerado;

i = taxa de desconto;

n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

Para analisar o seqüestro de gás carbônico em florestas de *Eucalyptus grandis* presente na região do extremo Sul da Bahia. A metodologia usada por Maestre *et al* (2004), leva em consideração as características climáticas da região, a qual exerce importante influência na floresta de eucalipto e conseqüentemente no teor de biomassa da floresta para estimar o seqüestro de gás carbono.

Em povoamentos clonais em *Eucalyptus grandis* para o plantio as mudas devem

estar dispostas em três por três metros de área ou seja, 1.111 árvores plantadas por hectare, cada árvore inteira seqüestra 43.157 Kg de CO₂ por hectare /ano. Considerando apenas o custo de produção para plantio fica em média de R\$ 4.200,00 por hectare /ano.

Para seleção da tecnologia no Brasil utilizou-se como base para critério a eficiência e custo dos coletores solares, reservatório térmico e o sistema fotovoltaico. Uma vez que os coletores solares já se encontram bem difundidos no mercado nacional encontrou-se duas marcas no comércio local como a Pianna Material de Construção e a Construtora Zé Carlos que demonstraram interesse em participar da pesquisa. Mas, para células fotovoltaicas a oferta deste produto encontra-se em grandes centros do país como São Paulo, em função de ser uma tecnologia importada e, ainda, de pouca procura no mercado brasileiro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONOMICA DA POPULAÇÃO

Com a aplicação do questionário nas residências dos pescadores pode se fazer uma análise dos resultados obtidos.

5.1.1 População

O número médio de membros da família identificado pela pesquisa de campo foi de 6,5 pessoas por residência, sendo este uma média maior que a média da Bahia que é de 3,6 e a média nacional que é de 3,4 pessoas por domicílio (PNAD,2004).

FAIXA ETÁRIA (anos)	%
21 – 30	6
31 – 40	43
41 – 50	35
mais de 50	16

Tabela 5.1 – Faixa etária da população pesqueira de Mucuri/BA.

A população da comunidade pesqueira de Mucuri possui 49% com idade entre 21 a 40 anos. A predominância da população desta região esta na faixa entre 41 e mais de 50 anos com 51%, conforme apresentada na tabela 5.1, estes dados apresentam-se dentro da média de pessoas nesta idade, na Bahia é de 68% e a média nacional é de 72,9% da população adulta.

5.1.2 Escolaridade dos pescadores

Na área educacional a cidade possui duas escolas municipais, sendo que em uma o ensino contempla até a 4ª série do primeiro grau e na outra o ensino até a 8ª série do primeiro grau. O município disponibiliza no início do ano letivo material didático gratuito aos estudantes matriculados. As escolas municipais possuem sistema de supletivo ofertado no período da noite. O município possui ainda, duas escolas estaduais com ensino médio funcionando nos três turnos.

Foram entrevistados na vila de pescadores 63 residências, sendo que das pessoas entrevistadas 56% do sexo masculino e 44% do sexo feminino. O grau de instrução dos moradores adultos de ambos os sexos apresentaram um índice de 49% de pessoas que possuem apenas 1º grau completo. Alguns moradores da vila informaram que este fato se justifica pelo motivo que começaram a trabalhar na profissão de pescadores muito cedo, ofício que exige grande esforço físico, além da exigência da profissão de levantar muito cedo por volta das 4 horas da madrugada, dificuldades que inviabiliza, segundo os pescadores entrevistados, conciliar estudo e trabalho.

As mulheres da vila alegam dificuldade em estudar devido à necessidade de atender a casa e dedicar a criação dos filhos, pois o município não possui programas de creches. Porém, devido ao apoio do governo com a bolsa escola todos os filhos em idade escolar encontram-se matriculados nas escolas públicas do município.

GRAU DE INSTRUÇÃO	%
Analfabeto	5
1º Grau Completo	49
2º Grau Completo	19
2º Grau Incompleto	30

Tabela 5.2 - Grau de instrução dos pescadores de Mucurí. Dados coletados pela autora.

Na Vila dos pescadores conforme tabela 5.2 este número é de 5%, no Brasil a taxa de analfabetismo de pessoas de 15 anos ou mais de idade é na faixa de 13% sendo que no sudeste este índice é de 7,8% (IBGE, 2000).

5.2 CARACTERÍSTICAS DAS RESIDÊNCIAS DOS MORADORES DA VILA DOS PESCADORES DE MUCURI

De acordo com o questionário aplicado aos moradores da vila pesqueira de Mucuri, levantaram-se dados relativos às características hídricas, conforme anexo C.

5.2.1 Características hídricas

ABASTECIMENTO DE ÁGUA	%
Encanamento	56
Poço artesiano	40
Caixa d'água	2
Retirada de bica	3

Tabela 5.3 - Formas de abastecimento de água das residências da Vila de pescadores. Dados coletados pela autora.

Com relação aos aspectos sanitários da comunidade pesqueira 56% possuem água encanada, conforme tabela 5.3, segundo dados do MME- PNAD (2006/2007), 83,3% dos moradores no Brasil recebem água tratada. De acordo com a tabela 5.3 apenas 2% apresentam caixa d'água para armazenar a água da EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. que durante a semana tem horários que a água tratada não é liberada para as residências no município de Mucuri.

Em virtude da comunidade de pescadores não possuir sistema de rede de esgoto, os

dejetos sanitários são escoados em “fossas caseiras”, que são valas abertas no chão em direção ao mar ou liberada na rua, um dado preocupante, pois pode gerar problemas de saúde a população residente na vila. A média nacional de domicílios com rede de esgoto ou fossa séptica é de 73,6% (PNAD, 2006-2007).

5.2.2 Características energéticas

Na aplicação do questionário verificou-se que 52% das residências possuem rede de energia elétrica, fornecida pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia-COELBA e que 48% devido a, principalmente, questões financeiras, não possuem nenhuma forma de energia elétrica, mesmo passando em frente a sua casa rede de transmissão de eletricidade. Os dados encontrados na vila dos pescadores não condiz com índice nacional de domicílios com rede de iluminação elétrica que é de 98,2% e nem com a Bahia em que a média é de 98,4% (PNAD,2006-2007).

A pesquisa revela que os materiais mais utilizados para iluminação residenciais é o lampião (90%) dos entrevistados utiliza este material. Os combustíveis mais usados para combustão são os de matérias de origem fóssil (gás, querosene e gasolina) conforme tabela 5.4, sendo que a queima libera no ambiente doméstico dióxido de enxofre, monóxido de carbono, gás carbônico e material particulado que provoca sérios danos às vias respiratórias (AMARAL, PIUBELI, 2003), trazendo também riscos de acidentes com crianças e idosos devido ao manuseio constante de utensílios perigosos e explosivos. Outras alternativas de iluminação, como velas (60%); (63,3%) usam lanternas que são abastecidas com pilhas ou baterias e (50%) usam fogareiro a gás em suas residências, conforme tabela 5.4.

MATERIAL	%
Gás	76,6
Querosene e gasolina	66,6
Bateria de carro	6,6
Outros	20,0

Tabela 5.4 – Formas usadas para iluminação nas residências dos pescadores com ausência de energia elétrica. Dados coletados pela autora.

Com relação às necessidades energéticas residenciais 100% dos entrevistados que não possuem energia elétrica em suas moradias gostariam de obter este benefício em sua residência, mas por motivos econômicos esta necessidade é inviabilizada. Questionados se conheciam outras formas de obtenção de energia elétrica, como as energias alternativas eólica ou solar, 56,6% responderam sim e 43,33% responderam não, ou seja, não conheciam nenhum tipo de fonte renovável de energia elétrica.

Questionados se caso fosse implantado sistema de energia alternativa eólica ou solar em sua residência, quais seriam as necessidades energéticas, 93,3% responderam que gostariam de usar o sistema para gerar energia para iluminação da casa e 6,6% para aquecimento de água.

Na demanda residencial de eletricidade dos principais fatores de consumo de energia elétrica os dados coletados na pesquisa de campo mostram que a maioria dos equipamentos está relacionada com o bem estar da família, como pode ser visto na Tabela 5.5, conservação de alimentos (geladeira) e lazer (televisão). Os entrevistados que possuem energia elétrica em sua residência, 45% utilizam geladeira para conservação dos alimentos, 100% utilizam freezer para conservação dos mesmos e 36% assistem à televisão como única forma de lazer.

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	%
Televisor	99
Geladeira	99
Aparelho de DVD	6,0
Liquidificador	5,7
Aparelho de som	5,4
Ventilador	4,8
Freezer	4,5
Máquina de lavar	3,6
Rádio	3,0
Ferro de passar	2,4
Tanquinho	2,1
Receptor de satélite	1,8
Computador	1,2
Bomba d'água	1,2
Chuveiro elétrico	0,6

Tabela 5.5 – Porcentagem de residências com os equipamentos elétricos entre os entrevistados da Vila Pesqueira de Mucurí. Dados coletados pela autora.

Relativo a marca dos aparelhos encontrados nas residências dos pescadores destaca-se a Cônsul, como marca predominante das geladeiras de 280 litros e a Prosdócimo, veja tabela 5.6. Em relação ao televisor, a maioria dos moradores da Vila, conforme dados da tabela 5.6 possuem o de 20 polegadas seguido do modelo de 29 polegadas, as marcas de televisores mais encontradas foram a Toshiba e a CCE. Destacam-se também os aparelhos de DVD da marca Toshiba, com 6%.

A análise das necessidades de consumo elétrico e potência dos equipamentos encontrados em cada residência da Vila Pesqueira foi necessária, para assim viabilizar, posteriormente o uso da energia solar. Para isso foi solicitado a cada morador na entrevista, verificar a potência nominal em aparelhos elétricos citados na pesquisa conforme Tabela 5.6. Os entrevistados divulgaram a marca do aparelho mas não quiseram informar a potência, então partiu-se para uma investigação no comércio local para obter esta potência nominal dos aparelhos elétricos.

EQUIPAMENTO	MARCA	POTÊNCIA (W)
Televisor	Toshiba	48 (20")
	Toshiba	80 (29")
	CCE	95 (29")
Geladeira	Cônsul	291 (280l)
Aparelho de DVD	Toshiba	37
Liquidificador	Walita	375
Aparelho de som	Não informado	20
Ventilador	Mallory	55
Freezer	Prosdócimo	345 (400 l)
Máquina de lavar	Cônsul	530 (5kg)
Rádio	Diplomat	20
Ferro de passar	Walita	1000
Tanquinho	Colormaq	50
Receptor de satélite	Elétron	25
Computador	-	-
Bomba d'água	Ferrari	681

Tabela 5.6 – Tipos, marca e potência de equipamentos encontrados nas residências da Vila dos pescadores. Dados coletados pela autora.

O consumo médio mensal de um aparelho eletrônico, utilizado pelos moradores da Vila dos pescadores foi estimado a partir das informações de horas de uso. O número total de aparelhos existentes nas residências desta população apresenta-se na Tabela 5.7, mostra também, a potência média destes aparelhos que foram obtidos a partir da média aritmética dos dados das placas de identificação presentes nos aparelhos. Na ausência desta informação foi realizado uma pesquisa no comércio local do município de Mucuri para encontrar o aparelho ou similar e verificar a potência média dos mesmos e o consumo médio em kWh.

Equipamento	Consumo (kWh) por aparelho por mês	Desvio padrão do Consumo (Wh)	CV% do Consumo (Wh)	Nº de aparelhos	Potência média (W)	Desvio padrão (W)
Televisor	12,98	5,12	39,45	33	60,81	19,12
Geladeira	65,11	55,12	84,7	30	111,96	72,26
Aparelho de DVD	1,88	1,07	56,95	18	28	13,17
Liquidificador	Não consta*	-	-	18	365	19,25
Aparelho de som	Não consta*	-	-	18	242,66	315,79

Ventilador	12,46	5,03	40,42	17	58,75	22,63
Freezer	47,58	19,93	41,88	15	88,35	29,16
Máquina de lavar	Não consta*	-	-	12	480,33	97,28
Rádio	Não consta*	-	-	10	18,2	0,63
Ferro de passar	Não consta*	-	-	08	425	476,15
Tanquinho	Não consta*	-	-	07	298,86	108,13
Receptor de satélite	27,30	5,44	19,95	07	130	10,33
Bomba d'água	20,40	7,64	37,46	04	340	46,19

* Devido a aleatoriedade do consumo deste equipamento, não foi possível estabelecer um valor para o consumo mensal.

Tabela 5.7 – Consumo médio mensal de aparelhos eletrônicos utilizados pelos moradores da Vila dos pescadores. Dados coletados pela autora.

Tomando-se como referência os dados da Tabela 5.6 e considerando a potência média, o consumo médio mensal de uma geladeira típica dos moradores da Vila dos Pescadores de Mucuri, construiu-se a Tabela 5.7, que apresenta um valor médio de 65,11 kWh/mês por aparelho. Além disso, associado aos 33 consumidores residenciais, e o número de geladeiras domésticas que é de 30 aparelhos visto na Tabela 5.7, significa um consumo de eletricidade igual a 1,95 MWh, o equivalente a 16,66% de todo o consumo médio residencial, conforme levantamento feito através das contas de energia elétrica da COELBA fornecida pelos moradores da comunidade que registram um valor de 6 MWh.

Em relação ao “freezer” da comunidade, que apresentam um consumo médio conforme mencionado na Tabela 5.7, na ordem de 47,58 kWh/mês por aparelho, considerando que o total de freezer da comunidade é de 15 aparelhos, significa um consumo de eletricidade igual 0,71 MWh. Isso corresponde a um percentual de 11,83% de todo o consumo de energia elétrica conforme dados retirados nas contas de energia elétrica da comunidade em estudo.

Grande parte do consumo de energia elétrica nas casas dos pescadores de Mucuri é a iluminação interna das residências. Ao serem entrevistados quanto ao tipo de lâmpada mais utilizada nas casas 72,72% utilizam lâmpadas do tipo incandescente comum, enquanto que 27,28% da população pesqueira utilizam lâmpadas do tipo fluorescente. O tipo de lâmpada e seu respectivo rendimento é um fator relevante no consumo geral de

energia elétrica da residência, pois interfere diretamente na economia mensal do consumidor. O problema das lâmpadas incandescentes é que o calor gasta muita eletricidade. Apesar do objetivo da lâmpada ser gerar luz, o calor não é luz, então toda a energia gasta para criar o calor, é desperdiçada e conforme a tabela 5.8 a eficiência luminosa é bem menor que a fluorescente comum que, por produzir menos calor, logo é mais eficiente.

TIPOS	EFICIÊNCIA LUMINOSA (LM/W)	CONSUMO (Wh)
Incandescente comum	0-12	100
Fluorescente compacta (5-26W)	19-55	20
Fluorescente compacta (27-55W)	50-80	104
Fluorescente comum	64-100	64
Sódio alta pressão	45-110	250

Tabela 5.8 – Eficiência e Consumo de algumas lâmpadas. SIGNOR (pg. 8, 1999).

O número de lâmpadas em uma residência é importante para verificar o grau de conforto daquela moradia. O gráfico 5.1 informa o número de lâmpadas existentes nas dependências da casa dos pescadores entrevistados.

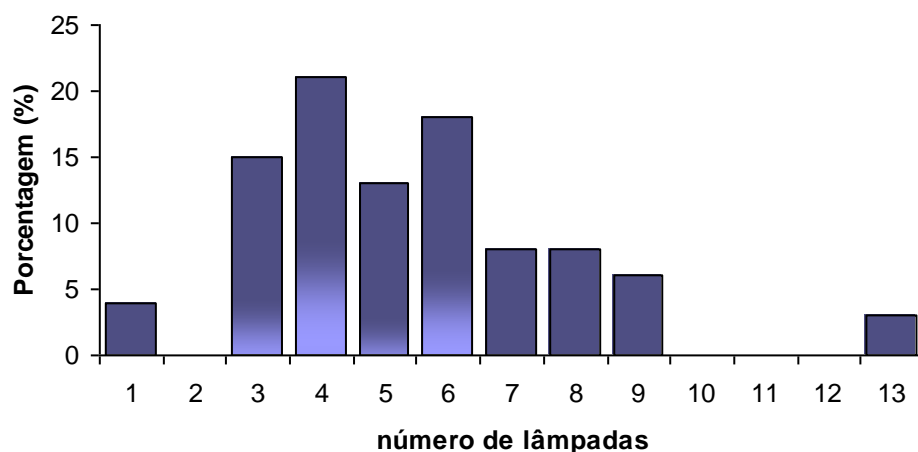


Gráfico 5.1 – Número de pontos de luz nas dependências das residências dos pescadores. Dados coletados pela autora.

Através do Gráfico 5.1 verifica-se que a maioria dos pescadores entrevistados

possui em sua residência uma média de quatro pontos de luz com lâmpadas que corresponde a 24% de todos os entrevistados. Este dado é relevante para ser introduzido no projeto de implantação dos módulos fotovoltaicos.

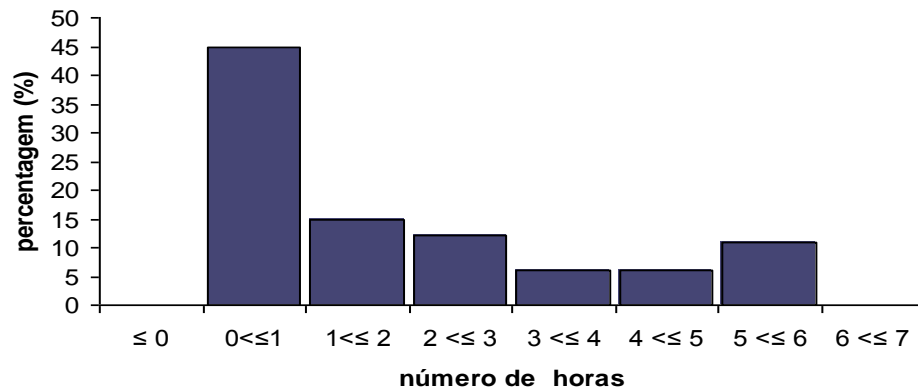


Gráfico 5.2 – Número de horas de iluminação nas dependências das residências. Dados coletados pela autora.

O número de horas que as lâmpadas permanecem ligadas nas casas dos moradores da Vila dos pescadores constitui um dado importante, pois conforme Gráfico 5.2, 45,45% tem como prática ligar e desligar a lâmpada representada pela sigla $< \leq$, visto no Gráfico 5.2. Um hábito frequente dos moradores da Vila pesqueira, com o objetivo de economizar energia elétrica, é aproveitar a iluminação advinda da televisão para iluminar a sala, quarto e cozinha, o que possibilita esta prática é que a maioria das casas possuem divisórias de cortinas. Este hábito contínuo pode prejudicar a visão aos moradores da casa.

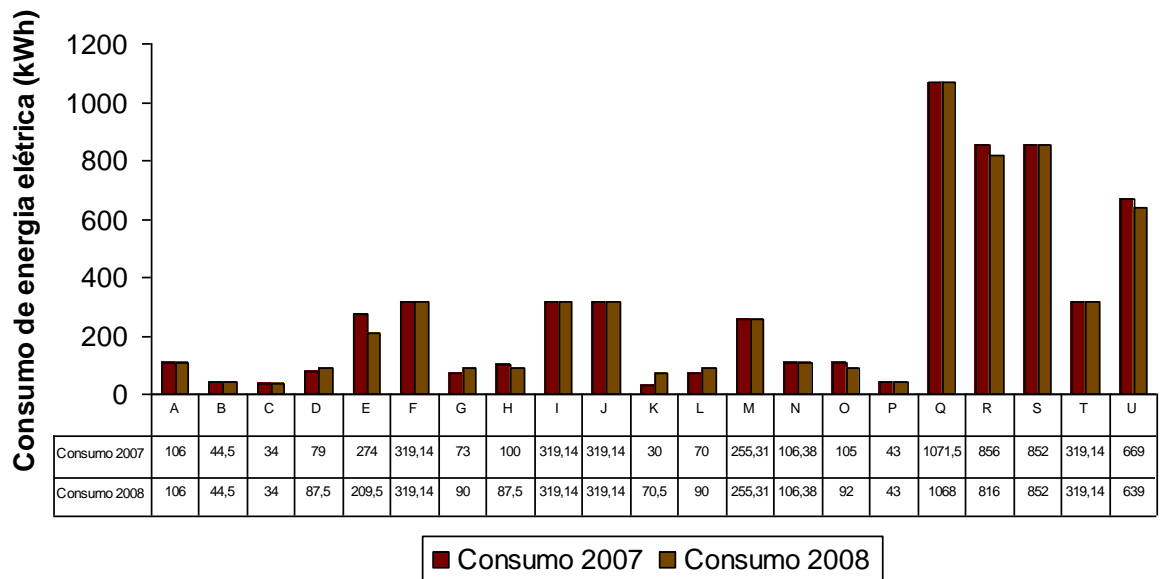


Gráfico 5.3 - Histórico da média do consumo mensal de energia elétrica residencial nos anos de 2007 e 2008.

No questionário aplicado à comunidade dos pescadores, foram entrevistados apenas 12 moradores que possuíam em mãos o talão de pagamento de energia elétrica cuja mantenedora é a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA, cujas residências estão representado no Gráfico 5.3 por letras do alfabeto. Desta forma, pode ser registrado o histórico de consumo de energia elétrica nos últimos dois anos. Os demais moradores da Vila Pesqueira de Mucuri que não apresentaram o talão por alegar perda, informaram a média paga em dinheiro por mês com energia elétrica, além da existência daqueles que obtém energia elétrica de maneira informal, vulgarmente conhecido como “gato”.

MÉDIA 2007 kWh	DESVIO PADRÃO kWh	CV%	MÉDIA 2008 kWh	DESVIO PADRÃO kWh	CV%
72.543	6.045,25	0,69	71.613	5.967,75	0,69

Tabela 5.9 - Consumo médio de energia elétrica anua e mensal dos moradores da Vila dos Pescadores, 2007 e 2008.

Partindo dos dados do Gráfico 5.3, foi formada a Tabela 5.9 que apresenta a média de consumo em kWh no ano de 2007 e 2008, na Vila dos pescadores de Mucuri. Com estes dados pode ser verificado que a energia elétrica 12 moradores da vila pesqueira é acima do consumo médio residencial na região nordeste brasileira que em 1976 foi de 80 kWh/mês, e em 1998 atingindo 115 kWh/mês, porém em 2007 o consumo que foi de 203,97 kWh/mês (EPE 2008) é um valor próximo apresentado pelos pescadores entrevistados na qual a média mensal no ano base de 2007 foi de 201,5 kW/mês, minimizado em 2008 com um valor médio de 198,92kWh/mês.

5.3 ELEMENTOS RELEVO E CLIMA DA REGIÃO DO EXTREMO SUL DA BAHIA

O relevo, também é um fator determinante para a área objeto deste estudo. As terras do município de Mucuri ocupam a planície litorânea com altitudes inferiores a 200 m. De acordo com a Secretária de Agricultura da Prefeitura de Mucuri, possui grande parte de sua área em terreno plano e arenoso, ao longo da costa do Atlântico, muito interessante para a implantação de um projeto utilizando energia solar. A região não possui nenhum tipo de declive geográfico como morros, montanhas facilitando a fixação das placas coletoras, sendo ideal para o processo de absorção de radiação solar.

A temperatura média anual de Mucurí é de 24,4°C, podendo variar numa faixa de 21,9°C a 26,3°, temperaturas referente ao período compreendido de 1961 a 2006 bem como para os demais elementos climáticos apresentados neste trabalho. O mês de fevereiro é o mais quente e o mês de julho o mais frio como mostra na Tabela 5.10. Este dado é um fator importante para o sistema de aquecimento de água, pois a temperatura da água no coletor é sensível a variações de temperatura bem como os módulos fotovoltaicos.

Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
°C	26,2	26,3	26,2	25,5	24	22,6	21,9	22,3	23,2	24,3	25	25,7	24,4

Tabela 5.10 - Temperatura média mensal na cidade de Mucuri/BA. Estação climatológica de Caravelas-BA / INMET

A partir dos dados da Tabela 5.10 obtém-se o Gráfico 5.4, que podem-se observar um resultado favorável para implantação de uma tecnologia solar, uma vez que a variação da temperatura média ao longo dos meses são pequenas na região em estudo.

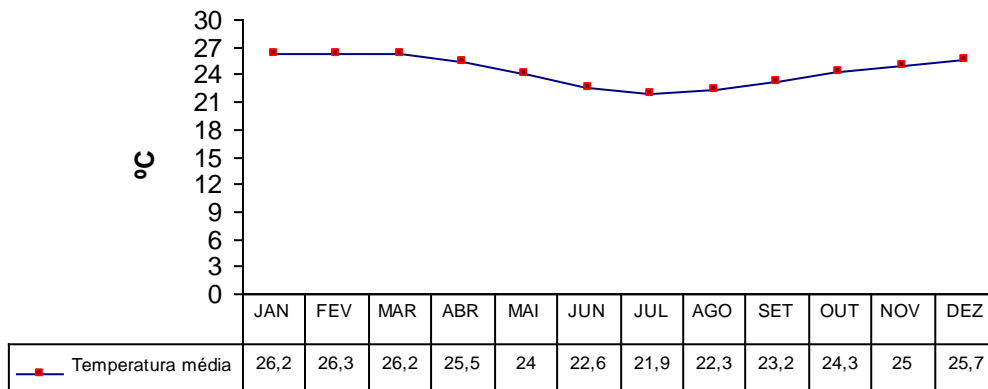


Gráfico 5.4 – Temperatura média mensal na região do extremo Sul da Bahia.

Esta linearidade da temperatura na região é relevante e favorável para a pesquisa pois variações de temperatura no ambiente provoca um aumento na temperatura dos módulos provocando uma redução na sua eficiência, além do decréscimo nos pontos de operação para potência máxima gerada. A temperatura da célula e a corrente elétrica aumenta linearmente com o aumento da Intensidade Luminosa, mas diminui a eficiência do painel fotovoltaico.

5.3.1 Análises Pluviométricas

A circulação normal de superfície é proveniente do centro de alta pressão do Atlântico Sul, de onde se originam os ventos do quadrante E (NE e SE) que atuam na área. Essa região é, entretanto, constantemente afetada pela passagem das frentes frias provenientes do sul do continente, responsáveis pelo alto grau de pluviosidade durante todo o ano. Segundo Gomes (2008, p. 34) “o Extremo Sul da Bahia apresenta precipitações médias anuais superiores a 1.000 mm” como pode ser verificado no gráfico 5.6.

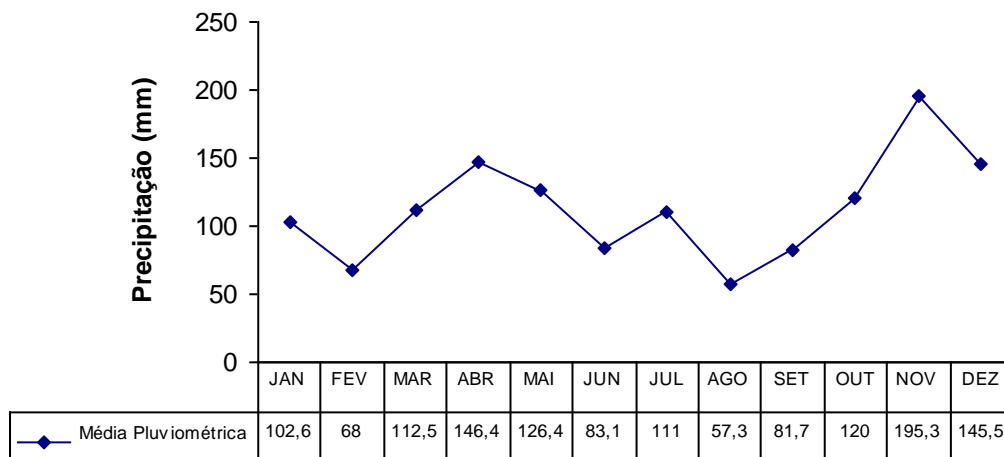


Gráfico 5.5 – Precipitação média na região do extremo Sul da Bahia. Estação climatológica principal de Caravelas-BA / INMET.

Destaca-se a influência dos ventos litorâneos úmidos que vem do Atlântico Sul sob denominação de Massa Atlântica. Essa região tem uma faixa de distribuição regular de chuva no decorrer do ano, conforme Gráfico 5.5, resultado interessante para os captadores solares que são extremamente sensíveis as variações atmosféricas já que seu rendimento é reduzidos em dias chuvosos e nublados.

Segundo Gomes (2008), a faixa temporal de maior incidência de insolação em Mucurí é de 2.420,4 horas e que apresenta um valor de 100,85 dias interruptos de Sol, os

meses de maior incidência solar é novembro, conforme mostra o gráfico 5.6, coincidindo com o mês de maior índice pluviométrico.

A região do extremo Sul da Bahia apresenta pequena variação anual de insolação e como pode ser visto no gráfico 5.6 o mês de janeiro é o período onde ocorre a maior quantidade de horas de luz solar, representam 10,32% do total anual.

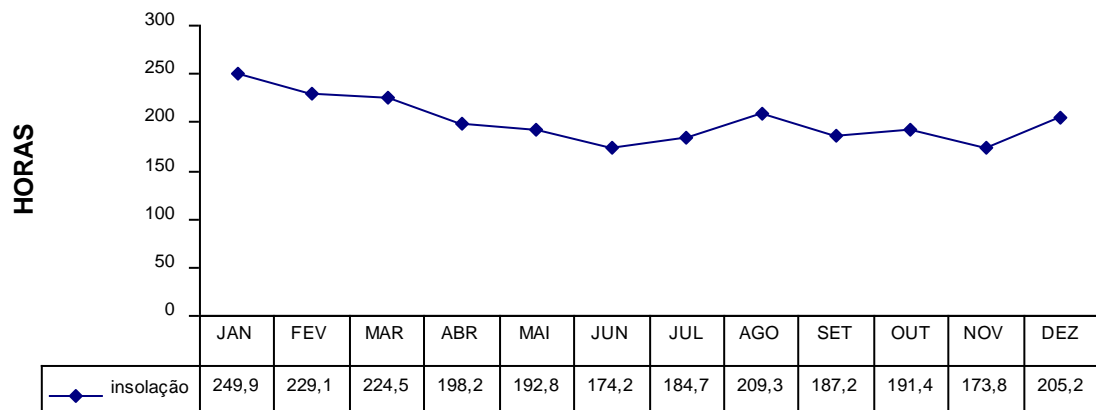


Gráfico 5.6 - Insolação média na região do Extremo Sul da Bahia. Estação climatológica principal de Caravelas-BA / INMET.

5.3.2 Radiação Solar Incidente

O valor médio encontrado segundo os dados encontrados no Gráfico 5.6 que é de 4,84 kWh/m² é fundamental para os cálculos de dimensionamento dos sistemas de conversão de sistemas fotovoltaicos e coletores planos. Da mesma forma a observação do gráfico 5.7 permite avaliar o mês de maior radiação média solar.

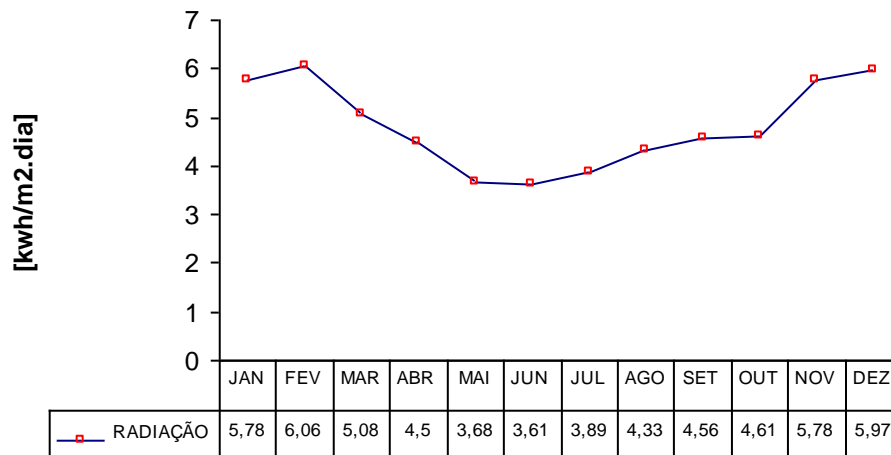


Gráfico 5.7. Análise dos dados da radiação média diária. Estação climatológica principal de Caravelas-BA / INMET.

Como pode ser observado no gráfico 5.8 o mês de maior radiação média solar. Esta radiação é intensa em fevereiro e mais fraca em junho, no entanto a variação oscila suavemente, dado pertinente para implantação da tecnologia em estudo. De acordo com o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – CEPEL (1999) a radiação solar possui um fator limitante, o espectro de sua radiação, no processo de conversão de energia da luz em energia elétrica.

5.3.3 Radiação solar incidente no plano inclinado

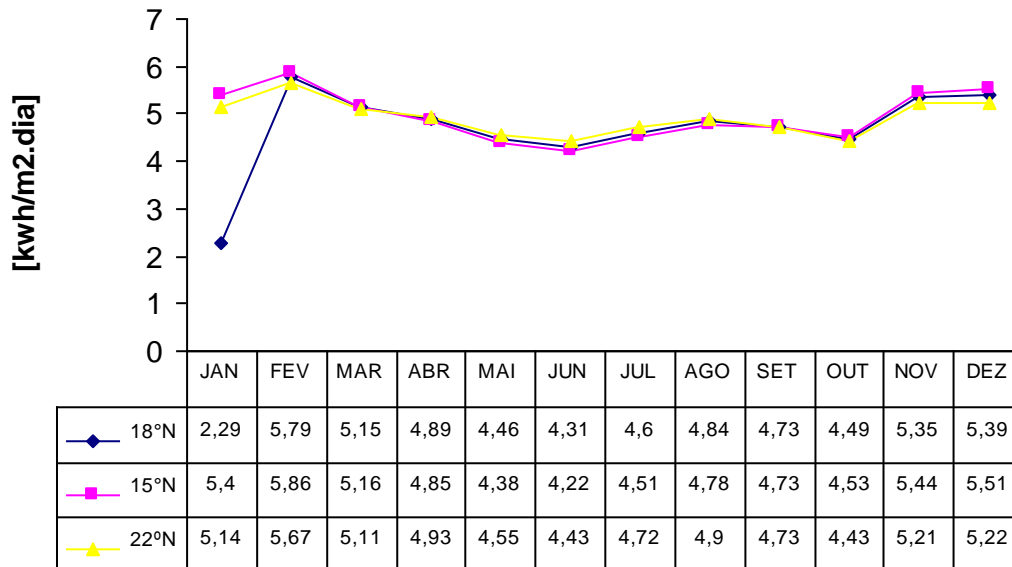


Gráfico 5.8 - Radiação diária média mensal em [kwh/m².dia] no plano horizontal para inclinações 18°N, 15°N e 22°N. www.cresesb.cepel.br, adaptado pela autora.

A inclinação das placas coletoras orientadas para o norte geográfico é necessário para melhor receber os raios solares e captar um máximo de energia solar ao longo do ano principalmente, no mês de fevereiro nos três planos de inclinação favoráveis para as regiões do Brasil que são: 18°N, 15°N e 22°N em relação ao plano horizontal. A região central do Nordeste brasileiro, segundo Tiba et al (2000), possui o menor índice de nebulosidade, logo o maior índice de radiação solar, onde as influências da costa marítima, da zona de convergência inter-tropical e dos sistemas de frontais do sul são menores. Conforme gráfico 5.8, para os três ângulos propostos, a radiação solar na região de Mucuri apresenta valores muito próximos e constantes favoráveis para implantação do projeto que necessita de radiação solar incidente constante.

5.3.4 Direção e Velocidade dos Ventos na Região do Extremo Sul da Bahia

Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Direção	NE	NE	E	E	E	SE	E	E	E	NE	E	E
Velocidade	3,3	3	2,7	2,7	2,7	2,4	2,5	2,7	3,2	3,6	3,7	3,6

Tabela 5.11 - Direção e velocidade dos ventos na região de Mucuri- BA. Estação climatológica principal de Caravelas-BA / INMET

De acordo com os dados da tabela 5.11 os ventos possuem uma velocidade média de 3,0 m/s, ou seja, 10,8 Km/h e direção predominante nordeste. Pode-se verificar também, devido ao nível temporal e sazonal, que a intensidade dos ventos aumenta nos meses de primavera e verão, com velocidade média de 3,5 m/s ou 12,6 Km/h.

Os meses que apresentam rajadas de vento é novembro sendo o pior mês para captação de radiação solar pelos coletores, pois este aspecto climático interfere na eficiência do sistema. O mês que apresentou menor velocidade é o mês de junho, portanto o melhor mês de absorção de energia solar e, conseqüentemente, melhor eficiência das placas coletoras. Diante dos dados apresentados a velocidade dos ventos na região é constante o que favorece a implantação de sistemas eólicos na região como uma alternativa viável para geração de energia elétrica para a população moradora no Extremo Sul da Bahia.

5.4 SELEÇÃO DA TECNOLOGIA

A tecnologia solar não é uma tecnologia única como pode ser visto no capítulo 3, apresentaram-se vários conversores térmicos. Para definir o melhor sistema solar a ser implantado na comunidade pesqueira em estudo. Os critérios adotados foram a eficiência energética do sistema, tanto para placa coletora como para os módulos fotovoltaicos, e a disponibilidade destes no mercado nacional.

A marca e a eficiência do coletor solar plano utilizado neste trabalho, foi selecionado a partir dos dados pré-estabelecidos do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Este é um programa de conservação de energia que atua através de etiquetas informativas, alertando o consumidor quanto à eficiência de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais.

A marca selecionada do coletor solar para aquecimento de água, para o banho diário da população em estudo, possui selo PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Este tem a preocupação de selecionar a placa com a maior faixa de classificação de eficiência classe A e com índice de Produção média mensal de energia específica (Pme) acima de 77 kWh/mês.m².

Observa-se que no comércio de Mucuri não existem estabelecimentos que dispõem deste produto para venda. A licitação foi realizada em Teixeira de Freitas-BA que possui coletor solar, reservatório térmico e mão-de-obra qualificada para instalação do produto. O reservatório térmico possui selo do INMETRO, de baixa pressão. O modelo pesquisado tem capacidade de 600 litros, e pode ser instalado em residências visto que a média de pessoas por residência na Vila dos pescadores de Mucuri é de 6,5.

Com os dados obtidos na pesquisa de campo foi possível fazer uma estimativa dos padrões de consumo dos moradores para determinar as reais necessidades energéticas e orientar quais alternativas da tecnologia solar atende, de forma sustentável, a vila de Mucuri. A opção da conversão da energia solar conseguida pelo efeito fotovoltaico é uma boa alternativa para aplicação na eletrificação residencial.

O concentrador cilindro parabólico de foco central, disco parabólico e torre de potência são tecnologias que têm, no mercado internacional, os menores custos em termos de utilização de energia solar e é empregada em centrais de ponta, porém estas tecnologias ainda não são exploradas no Brasil e foram descartadas por não atender aos critérios

adotados no trabalho. Contudo, os concentradores parabólicos podem ser futuramente fortes candidatos a ocupar um espaço mensurável na estrutura energética brasileira.

5.4.1 Placa Coletora

O equipamento mais popular entre os conversores heliotérmicos é o de placa plana, por ser um modelo simples e tem alta confiabilidade no mercado nacional brasileiro. Esta tecnologia possui alguns componentes básicos que pode ser vista de forma mais detalhada na figura 5.1 como: caixa externa, isolante térmico, placa absorvedora, tubos condutores do fluido e cobertura transparente.

A Figura 5.1 apresenta a inclinação do coletor que deverá estar orientado, a direção (azimute) ao norte geográfico no Brasil, obtendo o maior tempo de incidência de radiação solar.

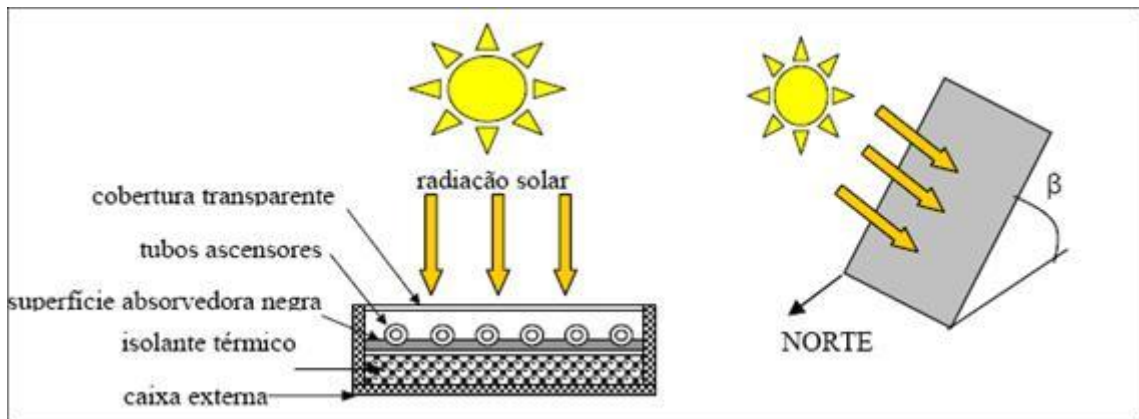


Figura 5.1 – Esquema de um coletor solar plano fechado presente mercado nacional com inclinação de melhor desempenho no Brasil. FANTINELLI (2006, p. 137).

5.5 PROJETO PARA INSTALAÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR NA VILA DOS PESCADORES MUCURÍ/BA

O tipo de construção das residências dos moradores da Vila de pescadores de

Mucuri é bem rudimentar. As casas não possuem forro. O telhado é de telha de amianto e a altura média do pé direito da casa é de 2 metros e meio de altura. Assim, para instalação das placas e o boiler a melhor opção é no telhado da casa de acordo com a figura 5.2. E para a instalação da caixa d'água a montagem será feita fora da casa preferencialmente no quintal da mesma, com uma estrutura de madeira ou de alvenaria. A recomendação seria de alvenaria por serem mais duráveis às mudanças climáticas e maior segurança para os moradores da residência. Procurou-se levar em consideração a principal forma de abastecimento de água e as dimensões da placa coletora descrita na tabela 5.12.

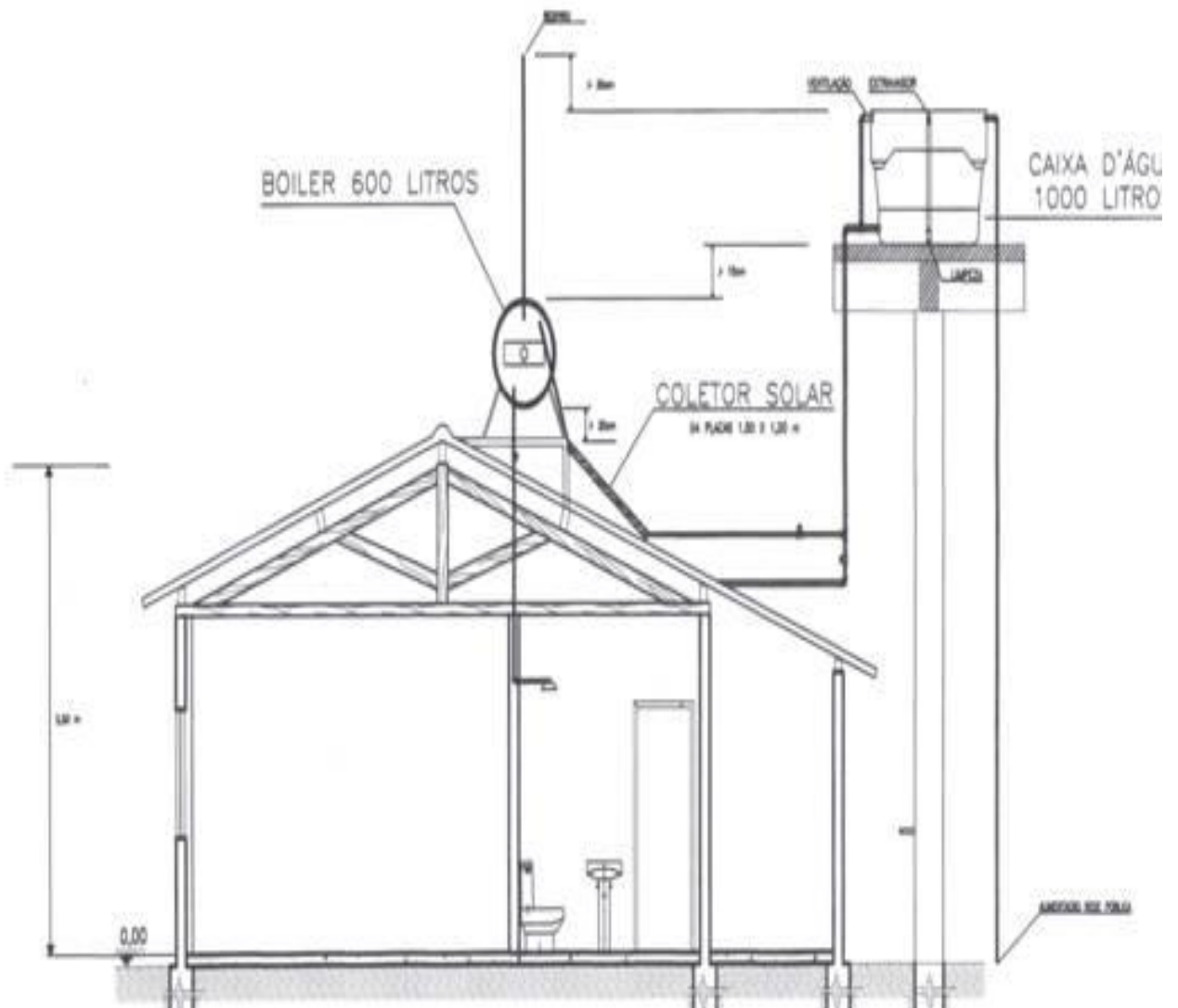


Figura 5.2 – Protótipo para instalação do coletor solar e reservatório térmico na Vila dos Pescadores.

MODELO	MC15
Dimensões (L/C/A)	1000x1500x65
Peso (Kg)	20,5
Produção Média de Energia (kWh/mês)	126,2
Eficiência Energética Média (%)	60
Classificação INMETRO	A

Tabela 5.12- Dados referentes às placas coletoras fornecidas pelo fabricante.

O cálculo da energia para aquecimento de água em uma residência que têm em média 6,5 moradores, e considerando as dimensões da placa coletora conforme tabela 5.12

e com o objetivo de aquecimento do banho é demonstrado através da fórmula a seguir:

$$Q = m * c * (T_d - T_a) \quad (7)$$

Em que:

T_d = temperatura desejada 45°C;

T_a = Temperatura ambiente 24,4°C;

c = calor específico da água 1 Kcal/Kg.°C;

m = massa de água 600 litros;

Logo:

$Q = 12.360$ Kcal ou 14,37 KWh

Com base nas informações acima, o cálculo da área do coletor solar plano é:

$$A = Q * I^{-1} * \eta^{-1} \quad (8)$$

Onde:

A = área do coletor em m^2

$I = 4,84$ kwh/ m^2 ;

$\eta = 60\%$

Logo: $A = 4,95$ m^2

A quantidade de energia térmica para atender a demanda energética residencial média pesquisada é de 14,37 kWh.dia. De acordo com os resultados da equação 7 e as dimensões da placa conforme Tabela 5.3, os resultados obtidos para quantidade de placas coletoras pode ser registrado na tabela abaixo para sustentar o consumo energético.

Consumo energético (kW.h)	Área do coletor solar (m^2)	Quantidade de placas planas
14,37	4,95	3

Tabela 5.13 – Quantidade de placas de acordo com as necessidades energéticas da comunidade.

Considerando os dados como: a quantidade de placas coletoras, mais a estrutura de sustentação da caixa d'água e a instalação do suporte hidro sanitário para funcionamento do sistema para possível instalação nas residências dos pescadores da Vila de Mucuri o orçamento foi realizado segundo a tabela 5.14.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTID.	VALOR UNITÁRIO	VALOR DO ITEM
1. Estrutura	Escavação manual de valas em terra	m ³	2,00	15,60	31,20
	Concreto Armado Fck= 15 Mpa - Fundação	m ³	2,00	755,30	1.510,60
	Concreto Armado Fck=15 Mpa Pilares/Vigas	m ³	1,20	755,30	906,36
	Sub-Total (1)		2.448,16		
2. Instalações Hidro sanitárias	2.1. Água fria				
	Tubo de PVC soldável marrom 25mm c/ conexões	m	30,00	7,75	232,50
	Tubo de PVC soldável marrom 32mm c/ conexões	m	12,00	9,23	110,76
	Registro gaveta 3/4" com canopla	unid	1,00	45,60	45,60
	Registro pressão 3/4" com canopla	unid	2,00	48,30	96,60
	Registro tipo Esfera 1"	unid	2,00	43,60	87,20
	Caixa d'água 1000 litros com acessórios	unid	1,00	385,00	385,00
	2.2. Sistema de Aquecimento				
	Placa Coletora 1,00 x 1,50 m	unid	3,00	663,00	1.989,00
	Reservatório Térmico	unid	1,00	2.250,00	2.250,00
	Suporte metálico	unid	1,00	137,00	137,00
	2.3. Água Quente				
	Tubo de PVC soldável aquaterm 22mm c/ conexões	m	12,00	19,40	232,80
	Tubo de PVC soldável aquaterm 28mm c/ conexões	m	15,00	29,70	445,50
	Conexões especiais	vb	1,00	150,00	150,00
Fixações	vb	1,00	130,00	130,00	
Sub-Total (2)		6.291,96			
				Total	9.403,12¹

Tabela 5.14 Orçamento para implantação do sistema de aquecimento de água nas residências, 2009.

¹ Preço dos equipamentos e mão de obra foi realizado no mês de setembro de 2009.

5.6 TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A função de um sistema fotovoltaico residencial é satisfazer as necessidades elétricas de uma casa. Os preços dos sistemas estão relacionados com o consumo energético específico do local em atendimento e com o potencial solar da região. Do ponto de vista da engenharia, um dos aspectos a ressaltar é o correto dimensionamento do sistema, que deve considerar o consumo (equipamento instalado) e o perfil de carga da unidade de consumo (uma residência). Desta maneira, a otimização do sistema foi realizada a partir de um levantamento de custo dos equipamentos com armazenamento e alimentação de carga em CA.

Portanto, partindo das principais necessidades da comunidade conforme Tabela 5.7, foi construído um modelo tanto para iluminação de cada residência quanto para o uso dos equipamentos elétricos. A partir destes dados pode-se estimar o consumo mensal de kW/mês para instalação da energia fotovoltaica a ser implantado na Vila dos pescadores de Mucuri conforme visto na Tabela 5.15.

ILUMINAÇÃO		
Quant.	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA (W)
04	Lâmpadas fluorescentes (22W 12V)	88
ELETRODOMÉSTICOS		
01	TV 29" colorida	60,81
01	Geladeira 280 L	111,96
01	Aparelho de DVD	28
01	Liquidificador	365
TOTAL		664,10

Tabela 5.15 - Consumo energia elétrica residencial de cada morador da Vila dos Pescadores. Produzida pela autora.

Partindo-se dos dados obtidos na Tabela 5.15, para atender a necessidade da potência de 0,64 kW.mês o consumo elétrico de cada residência na Vila dos Pescadores, temos:

$$\eta = \frac{E_{ei}}{E_{Sol}} \quad (9)$$

Onde:

η = eficiência do módulo fotovoltaico 15%; (dado do fabricante)

E_{sol} = radiação solar média na região 4,84 Kwh.

Logo:

$E_{el} = 0,73 \text{ kwh/m}^2$ por módulo fotovoltaico

A potência consumida por residência conforme simulação na tabela 5.6 e considerando os aparelhos ligados por 5 horas, o consumo energético para cada residência será de:

$$Q = P \times h \quad (10)$$

Onde:

$P = 0,66 \text{ kw}$

$h = 5 \text{ horas}$

Logo:

$Q = 3,35 \text{ kwh.dia}$

Ao dimensionar uma instalação de captação de energia solar, utiliza-se o calculo da superfície dos painéis solares conforme expressão:

$$A (m^2) = \frac{Q (kWh)}{E_{el} (kWh/ m^2)} \quad (11)$$

A = Área do painel;

Q = Consumo energético; 3,35 kwh.dia

E_{el} = energia elétrica para atender as necessidades dos moradores; 0,73 kwh

Logo: $A = 4,5 \text{ m}^2$

A dimensão dos módulos fotovoltaicos fornecidos pelo fabricante é de $0,91 \text{ m}^2$ portanto, para uma área de $4,5 \text{ m}^2$ será necessário a aquisição de 5 placas coletoras para atender a demanda energética de cada residência e assim montar o custo dos equipamentos para atender a comunidade de estudo. A Tabela 5.16 não apresenta mão de obra, pois o equipamento pode ser montado pelo próprio morador com a ajuda do técnico disponibilizado pela empresa para instalação das células fotovoltaicas.

DESCRIÇÃO	UNID	QUANTID.	VALOR UNITÁRIO	VALOR DO ITEM
Módulo	m^2	5	1850,00	9250,00
Controlador de Carga (22A)	A	3	220,00	660,00
Bateria estacionária (150 Ah)	Ah	4	600,00	2.400,00
Inversor distância até 3 metros 1750W	W	1	1350,00	1350,00
TOTAL GERAL				13.660,00 ¹

¹ custo, preço dos equipamentos base setembro de 2009.

Tabela 5.16 - Cotação de preço para Sistema Fotovoltaico Residencial.

5.7 VIABILIDADE ECONOMICA DO PROJETO EM ESTUDO

Em relação ao critério de avaliação econômica utilizado, quando são feitas comparações entre as tecnologias solares e o sistema convencional, deve-se atentar para dois problemas básicos:

- (1) o tempo de duração ou horizonte de planejamento
- (2) o valor do investimento inicial de cada um dos projetos analisados.

De acordo com CRESESB (2003) tão importante quanto a análise técnica, o estudo de viabilidade econômica é imprescindível para verificar a viabilidade do projeto. Desta

forma, foram contemplados cinco cenários possíveis para o projeto deste estudo.

Cenário 1: A inserção da placa coletora mais energia convencional para geração de energia elétrica e térmica de uma residência;

Cenário 2: Utilização somente de energia solar;

Cenário 3: Energia fotovoltaica para geração de energia elétrica e energia convencional para aquecimento de água nas casas;

Cenário 4: Utilização somente da energia convencional para alimentação energética das moradias em estudo;

Cenário 5: Energia renovável com incentivo de políticas públicas para aquisição dos módulos fotovoltaicos pelos moradores da Vila;

Conforme dados da Tabela 5.13, a qual prevê as necessidades energéticas para aquecimento de água de 14,37kW/h e considerando que a família tem o hábito do banho diário, conclui-se que o consumo total de energia para aquecer o banho dos moradores será de 431,1 kW/mês. Para abastecimento energético com iluminação e eletrodomésticos o consumo é de 3,5 kW.dia ou de 105 kW/mês por residência.

Diante dos dados acima, o valor atribuído para este investimento tem por base o consumo de energia elétrica de cada residência. O horizonte analisado foi o período de maior durabilidade das tecnologias contempladas para o projeto que é de 20 anos. A taxa de juros para o modelo econômico adotado no critério do VPL é de 6,00% ao ano ou 0,4868% ao mês; os cálculos podem ser analisados no anexo A, os resultados de investimento para cada cenário pode ser visto na Tabela 5.17

<i>Cenário</i>	<i>Descrição</i>	<i>Necessidade (Kw/mês)</i>	<i>Investimento (R\$)</i>	<i>Durabilidade Média (anos)</i>	<i>Horizonte Analisado (anos)</i>	<i>Custo (Kw/h) ¹</i>	<i>VPL</i>
1	Placa Coletora + Energia Convencional	105	9.643	10			(16.833)
2	Placa Coletora + Célula Fotovoltaica	0	23.303	20			(23.303)
3	Célula Fotovoltaica + Energia Convencional	431,1	13.900	20	20	0,48429	(43.418)
4	Energia Convencional	536,1	240	---			(37.017)
5	Placa Coletora + Célula Fotovoltaica (incentivo)	0	9.403	20			(9.403)

¹ base setembro 2009 (Mucuri-BA): inclui transmissão, distribuição, encargos setoriais e tributos

Tabela 5.17 - Custo da produção de energia para cada cenário descrito.

Graficamente, pode-se observar melhor o comportamento do VPL em cada cenário abordado na Tabela 5.17.(Gráfico 5.9)

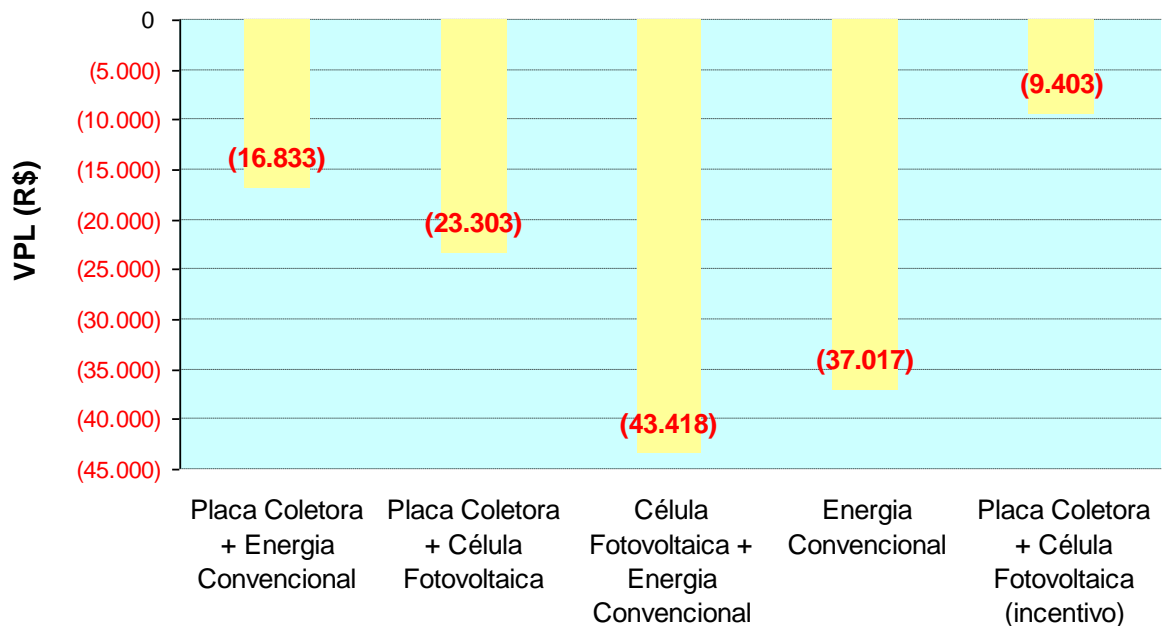


Gráfico 5.9 - Resultados da análise econômica das tecnologias solares e energia elétrica convencional.

Primeiramente, é importante lembrar que os resultados de VPL são negativos uma vez que todos os cenários analisados contemplam o custo do investimento no ano “zero”. Mesmo assim, cabe ressaltar que a melhor configuração apresentada, na ausência de programas de incentivos governamentais ou não, é o cenário 1. Este é o mais atrativo tanto na questão do

custo tanto quanto no investimento inicial quando considerado o período de 20 anos. Além disso, o consumo elétrico será reduzido em 431,1kW/mês no consumo total por moradia com o uso da placa coletora. O setor residencial é responsável pelo gasto energético de 6,2% de toda energia elétrica produzida no país destinada exclusivamente para aquecer o banho diário. Além disso, estima-se que para cada 1 m² de coletor solar instalado pode evitar a inundação de 56 m² de terras com a construção de novas usinas hidrelétricas (CRESESB, 2006, p.23).

O cenário 2 que utiliza a tecnologia de Placa Coletora e Célula Fotovoltaica é ambientalmente o mais atrativo em função de ser uma energia oriunda de uma fonte renovável. Um dos pontos positivos em relação a este cenário deve-se a sua característica de geração de energia descentralizada, na qual o custo de distribuição é mínimo, pois a distribuição é ao lado da casa de cada morador. O uso da energia solar é uma alternativa possível tanto para aquecer a água residencial como para fornecimento de energia elétrica é uma proposta interessante para minimizar ao impacto ambiental e promover a sustentabilidade.

O cenário 3 não possui um caráter econômico atrativo para o morador da Vila pesqueira de Mucuri devido ao custo inicial com a célula fotovoltaica agregado a este fator tem-se a questão do ônus mensal pago a COELBA para gerar 431,1 kW/mês. Desta forma, este modelo está fora da realidade dos pescadores que dependem da pesca artesanal.

Dentre as principais desvantagens do cenário 4 está o custo mensal que compromete a renda mensal dos pescadores da Vila de Mucuri, deixando esta população à margem da sociedade desprovida de lazer, informação, cultura e, de certa forma, impossibilitada até de melhorar suas técnicas pesqueiras. Como já foi demonstrado no capítulo 4, as casas sem energia elétrica, na sua maioria, utilizam materiais para iluminação de origem fóssil (gás, querosene e gasolina) que libera poluentes tóxicos na atmosfera contribuindo para possíveis problemas respiratórios aos moradores da casa, além dos acidentes com crianças e idosos.

Em termos econômicos o cenário 5 com a utilização de incentivos para aquisição das células fotovoltaicas com ajuda de políticas públicas seria um projeto promissor para a comunidade em estudo. Atualmente, existe no estado da Bahia o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios PRODEEM criado em 1994, que é chamado vulgarmente de “Luz no Campo”. Este consiste na implantação de sistemas fotovoltaicos para geração de energia elétrica, custeado pelo governo estadual e que tem por objetivo beneficiar as comunidades rurais sem acesso a energia elétrica. A PRODEEM instalou 283 células fotovoltaicas na Bahia até 2002 conforme Gráfico 5.10.

Dentro desta perspectiva, tendo o apoio do poder público municipal, os moradores de Vilas de pescadores de Mucurí sem acesso a energia elétrica possui os requisitos básicos para serem contemplados no programa para fornecimento de módulos fotovoltaicos. Outro programa interessante é o “PRODUZIR” da Companhia da Ação e Desenvolvimento Regional que tem o apoio financeiro do Banco Mundial, de acordo com o gráfico 5.10 no período entre 1995 e 2001 foram instalados 10.302 módulos fotovoltaicos em comunidades pequenas já foram contempladas e apresenta uma potência de 515,1 kWp compatível com a necessidade energética da comunidade acima referida (CORREIA *et al*,2002, p.60).

Os programas apresentados no gráfico 5.10 como o CIRED – *Centre International de Recherche sur l'Environnement et Le Développement*, USDOE – programa voltado principalmente para iluminação interna de domicílio e APAEB – Associação dos Pequenos Agricultores do município de Valente, são outros projetos que além de atender os moradores da associação para iluminação interna residencial também vendem equipamentos fotovoltaicos para outras zonas rurais. São programas pilotos de pequena escala direcionados para iluminação residencial.

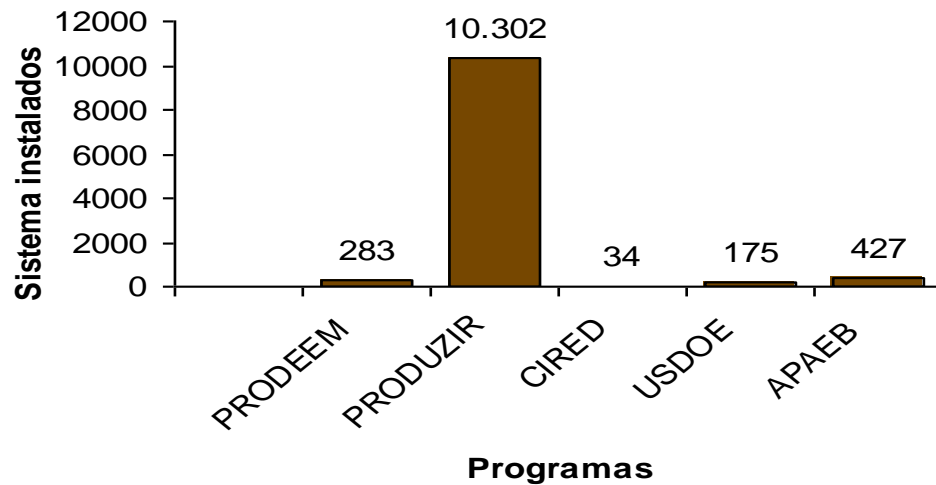


Gráfico 5.10 – Programas de instalação de células fotovoltaicas na Bahia. (CORREIA *et al*, 2002).

5.8 FONTE DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS

O extremo Sul da Bahia onde se encontra inserido o Município de Mucuri, possui como única fonte de energia elétrica a COELBA que juntamente com os demais estados brasileiros atravessa uma crise energética chamado popularmente de “apagão”. Esta crise afetou mais efetivamente o país em 2000 e 2001, decorrente da falta de investimento no setor e os problemas de estiagem em algumas regiões. Uma das medidas do governo baiano foi a instalação de termelétricas que tem recebido grande impulso no mercado nacional resultado do crescimento global por energia. Na busca de alternativas para sanar o problema o governo baiano está implantando duas Termoelétricas acionadas por fonte fóssil (AGECOM, 2007).

Em contrapartida, com o impacto ambiental provocado por esta medida, o meio ambiente, mais uma vez, arca com as conseqüências, pois para gerar energia elétrica com a queima de óleo combustível tipo 1 (mais usado para fins industriais gerais) irá receber mais gases do efeito estufa (CO_2 , CO , NO_x , N_2O , CH_4 e SO_2) na atmosfera. Os efeitos

deste fenômeno já são bastante conhecidos na comunidade científica, podendo destacar como principais a formação de chuva ácida, a potencialização da inversão térmica nas cidades e o aquecimento global. Caso seja utilizado o gás natural para o funcionamento de termoelétrica o impacto ambiental não melhoraria o quadro de depreciação da qualidade do ar, pois o gás natural também libera CO₂ no meio ambiente, já que sua estrutura molecular é feita de carbono, ver Tabela 5.16. A única vantagem deste combustível em relação ao combustível tipo 1 é a não liberação de fuligem e material particulado, no meio ambiente.

A rede elétrica de transmissão centralizada apresenta transformadores ao longo da sua distribuição e consome combustíveis de fonte não-renováveis como exemplo o combustível isolante AV10 e AV60IN. O caráter negativo desta tecnologia é que ambos os derivados de petróleo liberam gases do efeito estufa ao longo da rede de distribuição. Diante deste quadro, a energia transmitida através de complexos Sistemas de Transmissão, as faixas de servidão para novas linhas de transmissão vem apresentando dificuldades crescentes para sua expansão principalmente nos países de primeiro mundo decorrente dos conflitos de interesses com organizações ambientais.

COMBUSTÍVEL	EMIÇÃO DE CO₂ (Kg de CO₂ fóssil/ kWh/mês)
Óleo Combustível 1	14,8
Gás natural	11,2
transformadores ₁	288

₁transformador que utiliza óleo combustível isolante AV10, Óleo isolante AV60IN na rede elétrica, ambos da Petrobrás.

Tabela 5.18 - Fatores de emissão para ser utilizado no cálculo de emissão de CO₂ de combustíveis. Official Journal Of The European Union, 2009. Reformulado pela autora.

5.8.1 Emissão e dióxido de carbono

Mediante a Tabela 5.18 pode ser calculado o equivalente de emissão de dióxido de carbono que define a quantidade de CO₂ em quilos (Kg) de emissão total para o consumo de kW/mês. Conforme Tabela 5.15, itens necessidades em kW/mês multiplicado pelo total de 63 residências que compõe a Vila de Pescadores de Mucuri para os diferentes cenários propostos, objetiva atender as necessidades de geração de elétricas da comunidade em estudo. Então, tendo como critério básico a utilização da energia convencional oriunda de usinas térmicas, pode-se obter o seguintes resultados:

CENÁRIOS	Consumo (kWh/mês)	Óleo Combustível1 (KgCO₂ fóssil/ kWh/mês)	Gás Natural (KgCO₂ fóssil/ kWh/mês)	Rede Elétrica (KgCO₂ fóssil/ kWh/mês)
Placa Coletora + Energia Convencional	6.615	135,97	101,98	2646,00
Célula Fotovoltaica + Energia Convencional	27.159,30	558,27	418,70	10863,72
Energia Convencional	33.744,30	693,63	520,22	13509,72
Placa Coletora + Célula Fotovoltaica	0	0,00	0,00	0,00

Tabela 5.19 - Emissão de CO₂ decorrente da necessidade de energia elétrica pela comunidade da Vila dos Pescadores Mucuri - BA

Como pode ser visto na tabela 5.19 a liberação de dióxido de carbono nos transformadores da rede elétrica centralizada é o mais prejudicial ao meio ambiente, principalmente se o uso for somente de energia convencional oriunda de termoelétrica ou hidroelétrica sem a participação de fonte de energia renovável (solar). O resultado negativo de 13.509,72 KgCO₂ fóssil/kWh/mês, coloca em cheque o uso de transformadores nas linhas de transmissão, principalmente próximo de residências.

O custo ambiental visto na Tabela 5.19 sugere novas alternativas, tanto para a sociedade como para o governo. É preciso, portanto encontrar juntos, novas propostas de caráter ambiental na esfera energética de forma a propiciar um leque de possibilidades

para a introdução cada vez maior de fontes de energia limpas como, por exemplo, a energia solar que já possui credibilidade no mercado nacional e internacional. A geração de eletricidade a partir da energia solar pode, potencialmente, contribuir tanto do ponto de vista ambiental quanto social, em função de minimizar as emissões de poluentes atmosféricos que conforme a tabela 6.10 se resume a praticamente zero. Desta forma, a utilização de tecnologias limpas como a energia termossolar, é uma proposta fundamentada ambientalmente e economicamente possível quando é colocado as externalidades ambientais no custo de geração de energia elétrica, pois toda discussão sobre mudança climática possui um viés sobre o custo econômico incentivado a nível mundial pelas metas sugeridas no Protocolo de Quioto.

Os dados da Tabela 5.19 pode ser melhor destacado nos gráficos 5.11,5.12,5.13.

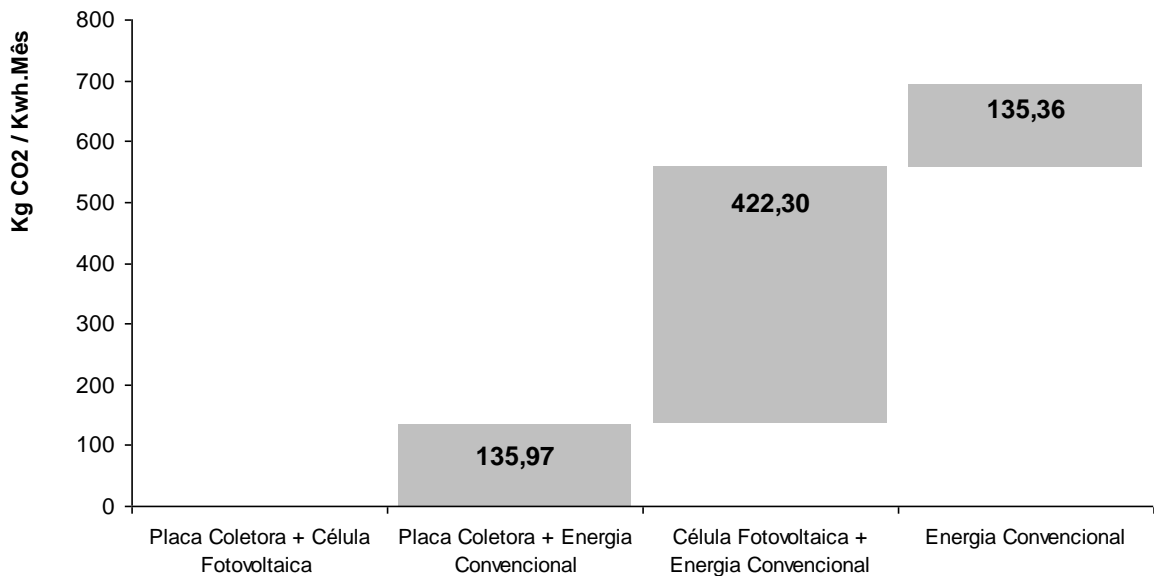


Gráfico 5.11 - Análise de Emissão de CO₂ com óleo combustível tipo 1 para os diferentes cenários.

Conforme análise no gráfico 5.11 uma termoelétrica abastecida com a queima de combustível fóssil é capaz de liberar de gases do efeito estufa em relação a energia solar 135,97 vezes mais de Kg de CO₂ na atmosfera. A relação célula fotovoltaica e energia

convencional libera 422,3 vezes mais dióxido de carbono que o cenário placa coletora e energia convencional e a energia convencional libera 135,36 vezes mais gases que o cenário 3.

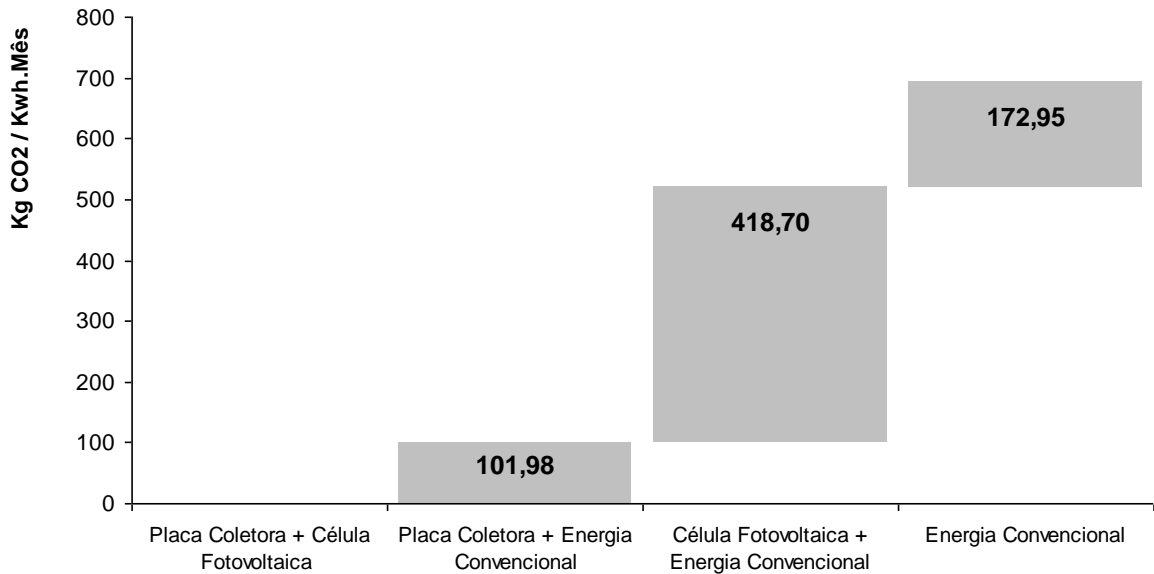


Gráfico 5.12 - Análise de Emissão de CO₂ com gás natural para os diferentes cenários.

Os dados do gráfico 5.11 para o óleo combustível tipo 1 e o gráfico 5.12 para o gás natural mostram que os valores de emissão de CO₂ são muito próximos. Porém, o óleo combustível quantitativamente libera gases tóxicos em maior volume que o gás natural, pois, além do monóxido de carbono libera também compostos sulfídricos como SO_x, o CH₄ e NO_x. Por ser um combustível que permite a geração de eletricidade com impactos ambientais menores que as outras formas de geração termelétrica, o gás natural pode ser uma ponte na transição para uma situação energética baseada em recursos renováveis e, portanto, sustentável.

Observando o gráfico 5.12 mais detalhadamente, caso fosse utilizado a placa coletora conjugada a células fotovoltaicas a redução de emissão de CO₂ estimada no projeto seria de 101,98 KgCO₂ kWh/mês em relação a placa coletora e energia convencional. No cenário célula fotovoltaica e energia convencional a liberação de gás

poluente adicional em 418,70 KgCO₂ kWh/mês em relação ao cenário 2. Porém o cenário 4 a descarga de gás adicional em 172,95 KgCO₂ kWh/mês a mais que no cenário 3.

Os transformadores que apresentam na sua estrutura funcional óleo combustível do tipo isolante AV10 ou AV60IN com a passagem da corrente elétrica a combustão do mesmo libera na atmosfera gases como CO e CO₂ (ver gráfico 5.13).

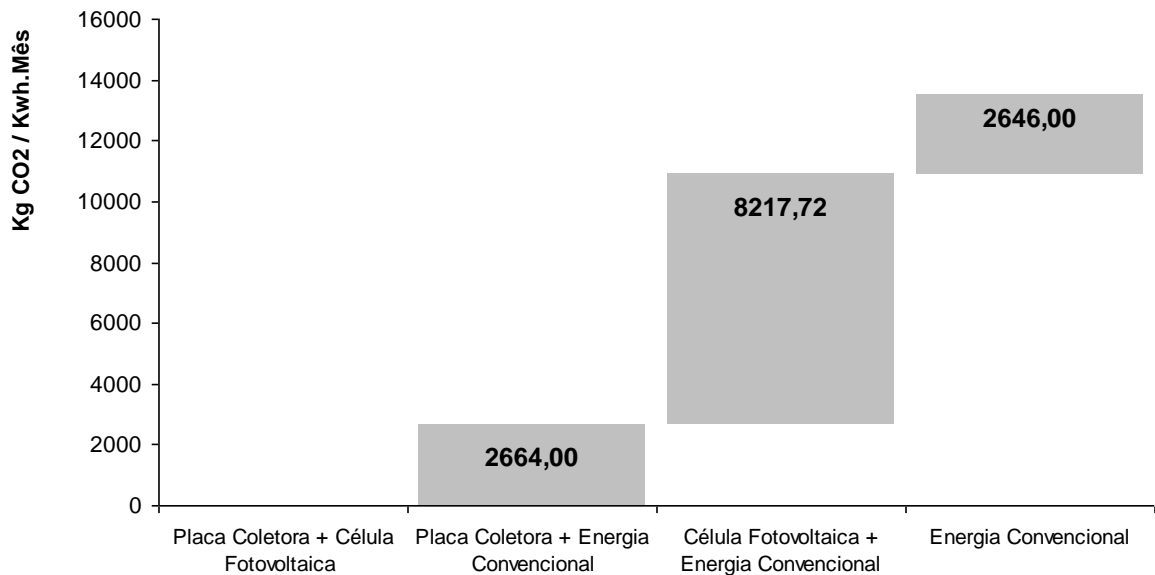


Gráfico 5.13 - Análise de Emissão de CO₂ na rede elétrica para os diferentes cenários.

Observando os resultados analisados no gráfico 5.13 a contribuição de sistemas de cogeração na oferta de energia na rede de distribuição apresenta resultados alarmantes na distribuição em rede e demonstram que o projeto em estudo não deve ser ignorado no momento da realização de novos projetos nacionais para expansão da rede elétrica.

Observa-se neste gráfico que na placa coletora mais energia convencional a liberação de dióxido de carbono na atmosfera é adicionado em 2.664 kWh/mês a mais que a tecnologia solar. No cenário célula fotovoltaica e energia convencional a emissão é ainda maior ficando no patamar de 8.217,72 kWh/mês maior e emite 2.646 a mais que no

cenário 4.

5.8.2 Seqüestro de dióxido de carbono por florestas clonais de *Eucalyptus Grandis*

Em um contexto integrado de energia, meio ambiente e desenvolvimento sustentável, o presente projeto de energia elétrica procura fazer uma avaliação de aspectos das externalidades ambientais, levantado dado de custo ambiental e financeiro, que são capazes de gerar danos à qualidade de vida e ao equilíbrio dos ecossistemas, ver tabela 5.20.

CENÁRIOS	Transformadores da Rede Elétrica (KgCO₂ fóssil/ano)	Floresta Plantada (ha/ano) ¹	Nº médio de Árvores / Ano	Custo ² (R\$/ano)
Placa Coletora + Energia Convencional	31.752	0,7	817	3.090
Célula Fotovoltaica + Energia Convencional	130.365	3,0	3.356	12.687
Energia Convencional	162.117	3,8	4.173	15.777
Placa Coletora + Célula Fotovoltaica	0	0,0	0	0

¹ Plantios de eucalipto - colheita em 7 anos

² Não considerando o valor da terra, maquinário, mão de obra;

Tabela 5.20 – Seqüestro de gás carbônico para os diferentes cenários apresentados usando como fonte de geração de CO₂ transformadores da rede elétrica convencional.

Considerando os cenários presentes na Tabela 5.20 o maior emissor de CO₂ é o cenário energia convencional pois libera 162.117 KgCO₂ fóssil/ano na atmosfera e para sua captação é necessário 3,8 ha/ano de florestas de eucalipto na região do extremos Sul da Bahia, o que corresponde a 4.173 árvores plantadas por ano gerando um custo anual para a comunidade pesqueira de Mucuri de R\$ 15.777, 00.

Em contrapartida, quando se olha o cenário energia solar, vê se que o custo da

externalidades ambientais é praticamente zero; no cenário célula fotovoltaica e energia convencional tanto para plantio de floresta, número de árvores plantadas e o custo os valores são muito próximos ao cenário de energia convencional. Portanto ambientalmente, não é um resultado interessante pois não favorece a formação de uma tecnologia benéfica a natureza pois os custos ambientais é não sustentável tanto para comunidade quanto para o meio ambiente. Alternativa mais interessante é o uso de placa coletoras mais energia convencional, na qual a vila dos pescadores de Mucuri teriam que plantar 0,7 hectares de florestas ao ano, e o custo ficaria em 3.090,00 por ano para captar a emissão de 31.752 KgCO₂ fóssil/ano.

CENÁRIOS	Óleo Combustível Tipo 1 (KgCO₂ fóssil/ano)	Floresta Plantada (ha/ano) ¹	Nº médio de Árvores / Ano	Custo ² (R\$/ano)
Placa Coletora + Energia Convencional	1.632	0,038	42	159
Célula Fotovoltaica + Energia Convencional	6.699	0,155	172	652
Energia Convencional	8.324	0,193	214	810
Placa Coletora + Célula Fotovoltaica	0	0,000	0	0

¹ Plantios de eucalipto - colheita em 7 anos;

² Não considerando o valor da terra, maquinário, mão de obra;

Tabela 5.21 Seqüestro de gás carbônico para os diferentes cenários apresentados usando como fonte de geração de CO₂ com óleo combustível Tipo 1.

De acordo com a Tabela 5.21 pode-se verificar que em relação a tabela 5.20 os valores de emissão de CO₂ são menores, mas nem por isso menos poluentes. Para os valores de emissão de energia convencional é necessário, conforme tabela 5.21, o plantio de 0,193 ha/ano o que corresponde a 214 árvores plantadas gerando um custo anual para a Vila dos pescadores de Mucuri de R\$810,00. O cenário placa coletora e célula

fotovoltaicas tanto para natureza como para a comunidade de pescadores em estudo é o cenário mais atrativo, pois de acordo com a tabela 5.20 e 5.21 é a energia solar que oferece um modelo diferente de desenvolvimento humano que se direciona à equidade e à harmonia ambiental.

CENÁRIOS	Gás Natural (KgCO₂ fóssil/ano)	Floresta Plantada (ha/ano) ¹	Nº médio de Árvores / Ano	Custo ² (R\$/ano)
Placa Coletora + Energia Convencional	1.224	0,028	32	119
Célula Fotovoltaica + Energia Convencional	5.024	0,116	129	489
Energia Convencional	6.243	0,145	161	608
Placa Coletora + Célula Fotovoltaica	0	0,000	0	0

¹ Plantios de eucalipto - colheita em 7 anos;

² Não considerando o valor da terra, maquinário, mão de obra;

Tabela 5.22 Seqüestro de gás carbônico para os diferentes cenários apresentados usando como fonte de geração de CO₂ o gás natural.

Geração de energia elétrica usando termoelétrica a base de gás natural de acordo com a tabela 5.22 para o cenário energia convencional a emissão de 6.243 Kg CO₂ fóssil/ano é para captação da emissão de gás carbônico na atmosfera um plantio anula de 0,145 ha de floresta de eucalipto para isso são necessário um plantando em média 161 clones de *Eucalyptus Grandis* ano gerando um custo anual de R\$608,00.

O uso de gás natural para geração de energia elétrica é o menos poluidores em vantagens sobre os derivados de petróleo por produzir menos emissões. O gás natural por apresentar carbono em sua estrutura emite gases do efeito estufa, ver tabela 5.22. Além disso, dos quatro cenários apresentados nesta tabela, três geram um ônus mensal para atender as necessidades energéticas da Vila de Pescadores, porém apenas o cenário a tecnologia solar oferece uma fonte de energia de custo aceitável e de credibilidade garantida. Desta forma, é possível prosseguir com o desenvolvimento energético da Vila de Pescadores de Mucurí, sem exercer maiores pressões sobre o ecossistema.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia termossolar, que consiste no aproveitamento sob forma de calor para aquecimento de água, é conhecido no mercado nacional e reforça compromisso do Brasil com o meio ambiente. Sua eficiência energética é de 60% e obteve como resultado para atender a demanda energética de 14,37kWh necessitando de 4,95 m² de área e três placas coletoras por residência.

O trabalho sobre tecnologia Solar foi desenvolvido a partir de dados provenientes de pesquisa de campo na cidade de Mucurí, localizada no extremo sul da Bahia. Os resultados da pesquisa mostram uma comunidade que apresenta 46% das residências não conectados a rede elétrica, possivelmente por apresentar poucos recursos financeiros.

Foi encontrada nos domicílios pesquisados a presença de 99% de aparelhos de TV, 45% possuem geladeira. Nas moradias da Vila dos Pescadores de Mucuri 72,72% dos moradores utilizam o tipo de lâmpada incandescente apesar da eficiência luminosa ser bem menor que a fluorescente comum, conforme mostra na tabela 5.8 .

Muitos fatores são relevantes para a implantação deste projeto como o clima que é bastante favorável à região de estudo por apresenta uma temperatura média de 24,4 C e pequena variação anual de insolação, com radiação solar e os ventos são constante ao longo dos anos. Quanto a distribuição de chuva, na região dos extremos sul da Bahia, é suave ao longo dos 365 dias do ano, com 100,85 dias interruptos de Sol. A radiação solar do município de Mucuri é de 21,82 MJ/m² podendo ser comparada as melhores radiações do mundo que são as regiões desérticas.

No desenvolvimento do trabalho, foi selecionado, para atender a demanda energética da vila dos Pescadores, a tecnologias fotovoltaica e para aquecimento de água as placas coletoras. Os módulos fotovoltaicos atenderiam a iluminação e o funcionamento

dos aparelhos elétricos de cada residência apresentando uma potência média de 0,64 kW.mês com uma radiação solar média de 4,84 kWh. Conclui-se que a área dos módulos fotovoltaicos será de 4,5 m² sendo necessário a aquisição de 5 módulos que poderão ser instalados no quintal ou no telhado das residências.

Além disso, a comunidade de estudo possui dados energéticos mensais que sugerem a possível inclusão destes moradores no projeto para eletrificação fotovoltaica do programa chamado “PRODUZIR”. Este projeto possui uma potência de 515,10 kWp bem próxima ao consumo elétrico mensal das residências da Vila de Pescadores que é de 536,1 kW/mês números estes simulados no presente estudo.

Por outro lado, as discussões levam a entender que as instalações operacionais baseadas na tecnologia de concentradores solar apesar da sua alta eficiência, têm aplicação ainda relativamente recente, contendo poucas experiências reais relacionadas aos possíveis impactos ambientais que o sistema pode causar.

Quanto a análise da viabilidade econômica para a implantação da tecnologia solar foram testadas cinco alternativas possíveis tendo com objetivo o consumo de energia elétrica e o aquecimento de água residencial. Os cenários propostos utilizaram somente energia solar, e/ou energia convencional ou ambas, tendo como foco um horizonte de 20 anos para o projeto. Ao final do estudo, chegou-se a possíveis conclusões:

- a) Para a implantação da tecnologia solar, sem incentivo governamental o valor do VPL é de R\$ 23.303,00, e requer grandes investimentos da comunidade em estudo;
- b) O mesmo cenário com o uso da placa coletora e módulos fotovoltaicos, porém com incentivo apresenta um VPL de R\$ 9.403,00 a ser quitado ao longo dos vinte anos, resultado possível e bastante pertinente para os moradores da Vila;
- c) O cenário utilizando unicamente a energia convencional para geração de energia necessita de 431,1 kW/mês e o VPL é de R\$ 43.418,00, por ser economicamente inviável e prejudicial ao meio ambiente;

- d) A geração de energia via tecnologia solar é uma medida interessante para reduzir a emissão dos gases do efeito estufa comprovada em todas as análises apresentadas no presente estudo de acordo com os gráficos 5.11,5.12,5.13;
- e) O índice de maior emissão de CO₂ é decorrente da energia convencional oriunda de termoeletrica. Caso este cenário seja escolhido para atender as demandas energéticas dos moradores da Vila Pesqueira de Mucurí teria como resultado, conforme mostra tabela 5.14 o óleo combustível tipo 1 a emissão equivalente de gás será de 693,63 KgCO₂ kWh/mês, para o gás natural a liberação será de 520,22 KgCO₂ kWh/mês e para rede elétrica os transformadores liberam no ar 13 509,72 KgCO₂ kWh/mês valores significativamente altos para um momento onde se fala em redução dos gases do efeito estufa;
- f) Para a estimativa de seqüestro de CO₂ nos diferentes cenários apresentados no trabalho utilizou-se transformadores da rede elétrica; com objetivo de incluir as externalidades ambientais presentes nas tabelas 5.20,5.21,5.22. Na utilização da energia convencional necessita-se de 3,8 ha/ano de florestas clonais de *Eucalyptus Grandis* o que corresponde a 4.173 árvores plantadas por ano gerando um custo anual de R\$15.777,00. Para óleo combustível tipo 1, cenário energia convencional somente, o plantio é de 0,193 ha/ano o que corresponde a 214 árvores que para a Vila dos pescadores de Mucuri gera um custo anual de R\$810,00. E, para gás natural, o mesmo cenário anterior, a floresta planta é de 0,145 ha/ano, plantada por ano em média 161 árvores a um custo anual de R\$608,00.
- g) O cenário que apresenta tecnologia solar, placa coletora mais módulos fotovoltaicos, para geração de energia elétrica em termos ambientais é o mais atrativo por não apresentar emissão de gases de efeito estufa e por conseguinte não necessitar de plantio de clonais de *Eucalyptus grandis* e, ser capaz de atender as necessidades energéticas da vila dos pescadores de Mucuri/BA.

Sugestões para estudos posteriores:

- a) Verificar a viabilidade econômica para um gerador central para implantação de células fotovoltaicas na comunidade de estudo;

- b) Fazer um estudo da implantação da distribuição descentralizada de energia com o uso conjugado de energias renováveis: solar e eólica. Segundo estudo realizado neste trabalho no capítulo 5, na parte climática, a velocidade dos ventos e a radiação solar obtiveram resultados favoráveis para a introdução destas tecnologias na comunidade de pescadores na Vila de Mucuri.

REFERÊNCIAS

AGECOM – Acessória Geral de Comunicação Social do Governo do Estado da Bahia. Bahia. **Abrindo as Velas do Saveiro – Oportunidade de Negócio, Investimento e Parcerias. Revista da Indústria**, Edição Especial, outubro de 2007, Bahia.

ÁLVAREZ, Manuel Romero. **Plataforma Solar de Almería – CIEMAT**, Aparado 22;04 200 , pg.07, Tabernas, Portugal. Sem data.

AMARAL, D. Maria; PIUBELI, F. Amaral. **A Poluição Atmosférica Interferindo na Qualidade de Vida da Sociedade**. X SIMPEP, Simpósio de Engenharia de Produção. São Paulo. Nov. 2003.

BASSO, Luz Henrique. **Utilização da energia solar em sistemas de aquecimento de água residencial**. Dissertação de Mestrado da UNIOESTE, Cascavel, Paraná, 2008.

CAMARGO, João Carlos. **Medidas de Potência fotovoltaicas na região das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari**. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, São Paulo, 2000.

CARTAXO, Elizabeth Ferreira. **Fornecimento de Serviços de Energia elétrica a Comunidades isoladas da Amazônia: reflexão a partir de um estudo de caso**. Tese de Doutorado pela Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica – São Paulo, 2000.

CEPEL – Centro de Pesquisa e Engenharia Elétrica. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, CRESESB, 1999.

COMETTA, Emilio. **Energia Solar Utilização e Empregos Práticos**. Editora Hemus, 2004.

CORREIA *et al.* **Perspectivas para universalização no estado da Bahia**. BAHIA ANÁLISE & DADOS, SEI, v.11, n.4, p.58-67, março 2002.

COSTA, Heitor Scalabrini; COSTA, Rodrigo Amon da; ECK, Myriam. Análise Econômica e Comparativa da Eletrificação Rural e Comercial Fotovoltaica. **Revista Eletricidade Moderna da UFPE** - Universidade Federal de Pernambuco, nº 315, junho 2000.

CRESESB – Centro de Pesquisa de Energia Elétrica. **Centro de referência para Energias Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito**. Coletânea de Artigos – Energia Solar e Eólica – Volume 2 – Rio de Janeiro, 2005(b).

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Energia Solar Princípios e Aplicação**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em: 20 julho 2009 (a).

DOSSA, D.; CONTO, A. J. de; RODIGHERI, H.; HOEFLICH, V. A. **Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e grãos**. Colombo: *Embrapa Florestas*, 2000. 56p. (*Embrapa Florestas*. Documentos, 39).

EPE – Estatística Pesquisa de Eletricidade do Ministério de Minas e Energia. **O Crescimento recente do Consumo Residencial de Energia Elétrica na Região Nordeste**. Nova Técnica DEN 04/2008.

FANTINELLI, Jane Tassinari. **Análise da evolução de ações na difusão do aquecimento solar de água para habitações populares estudo de caso em Contagem – MG**. Tese de Doutorado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Planejamento de Sistemas 80 Energéticos. Campinas, São Paulo, 2006.

FEDRIZZI, Maria Cristina. **Sistema Fotovoltaico de Abastecimento de água para uso comunitário**: Lições aprendidas e procedimentos para potencializar sua utilização. Tese de doutorado pela Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira S/A, 1995.

FILHO, José Ribeiro e Souza. **Projeto e Construção Levantamento de Desempenho de um Concentrador Solar Cilindro Parabólico com Mecanismo Automático de Rastreamento Solar**. Dissertação de Mestrado da Universidade federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação de engenharia Mecânica. Natal, RN, 2008.

GEPEA – Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **O Cenário dos recursos Energéticos Distribuídos no estado de São Paulo**, São Paulo, USP, São Paulo, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio - PNAD, 2004**. Disponível em: [http://. www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 15 novembro 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Censo demográfico 2000**. www.ibge.gov.br. Acesso em: 15 novembro 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio – PNAD, 2006/2007**. Disponível em: <http://. www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 dezembro 2008.

IMETRO – Instituto Nacional de Meteorologia Normalização e Qualidade Industrial. Programa Brasileiro de Etiquetagem. In: **Sistemas e equipamentos para Aquecimento solar de água**. Edição 07/2009, PUC-MG. Disponível em: <http://www.imetro.gov.br.htm>>. Acesso em: 13 jul. 2009.

MAESTRI, Romualdo *et al.* **Viabilidade de um Projeto Florestal de *Eucalyptus grandis* Considerando o Sequestro de Carbono**. Floresta n.34, 3. ed., Set./Dez 2004, p.347-360, Curitiba, Paraná.

McVEIGH, J. C. **Energia Solar**. Introdução às Aplicações da Energia Solar. Coleção

novas Energias. Edições CETOP (Centro de Ensino tecnológico e profissional à Distância, Ltda) Portugal, 1977.

MENDONÇA, Luís Geraldo. **Matemática Financeira**. Luis Geraldo Mendonça, George Joseph Boggiss, Luis Alfredo Rodrigues Gaspar, Marcos Guilherme Heringer. 9. ed. Ver. Atual, Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

MME-MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – “**Balanco Energético Nacional**” – BEN, 2008. Disponível em: <<http://www.ben.gov>>. Acesso em: 20 maio 2009.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – Chesf Companhia hidroelétrica de São Francisco. Disponível em:< <http://www.mme.gov.br>> Acesso em 5 novembro 2009.

MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard, N. **Princípios de Termodinâmica para Engenharia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2002.

MURR, Fernanda Elizabeth Xidieh. **Estudo da Refrigeração Solar e simulação de sistema de absorção resfriado a ar, com aquecimento solar direto da solução amônia-água**. Dissertação de Mestrado pela Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Campinas, 1981.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. **Establishing the ecological criteria for the award of the Community Eco-label**. L 197/87 - (2009/568/EC) of 9 July 2009.

81

OLIVEIRA, Santiago Del Rio. **Otimização exegética de um sistema coletor-armazenador de calor latente**. Tese de Doutorado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, São Paulo, 2008.

PAIVA, Rodrigo Rodrigues da Cunha. **Fluxo de Potência Ótima em Redes de Distribuição de Energia com a Presença de Geração Distribuída: Um Novo Algoritmo para Auxiliar a Análise do Perfil de Tensão**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2006.

PALZ, Wolfgang. **Energia Solar e Fontes Alternativas**. Curitiba: Hemus S.A., 2002.

REIS, Lineu Bélico dos. **Geração de Energia Elétrica: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade**. 3. ed. Barueri: Manole, 2003.

RESUTO, O. Carolina, **A célula de Combustíveis no Contexto das Novas Fontes de Energia Alternativas: Uma Análise Comparativa das Iniciativas Nacionais e Internacionais**. Universidade Estadual Paulista Campus de Araraquara, Faculdade de Ciências e Letras Departamento de Economia. Araraquara, 2002.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. de. **Avaliação de projetos florestais**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1993. p. 47.

ROMAGNOLI, Henrique Cesar. **Identificação de Barreiras à Geração Distribuída no Marco Regulatório Atual do Setor Elétrico Brasileiro**. Dissertação de Mestrado

Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2005.

SALAMONI, Isabel, Tourinho. **Metodologia para cálculos de geração fotovoltaica em áreas urbanas aplicada a Florianópolis e Belo Horizonte**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, Florianópolis, 2004.

SALCEDO, YÁNEZ, Marco Vinício. **Metodologia para estimativa do potencial de conservação de energia elétrica residencial pelo uso de coletores solares planos em uma região e sua aplicação na cidade de Campinas**. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, São Paulo, 2002.

SERPA, Paulo Marcos Noronha. **Eletrificação Fotovoltaica em comunidades Caiçaras e seus impactos socioculturais**. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo – USP, 2001.

SERPA, Paulo Marcos Noronha. **Eletrificação Fotovoltaica em comunidades caiçaras e seus impactos socioculturais**. Tese de doutorado pela Universidade de São Paulo, Instituto Eletrotécnico e Energia, São Paulo, 2001.

GOMES, Temístocles Raphael. **Classificação Climática de Caravelas (BA) conforme metodologia de Köppen**. Revista Segmentos, Faculdade de Teixeira de Freitas. Núcleo de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Teixeira de Freitas, BA, 2008.

82

TIBA, Chigueru *et al.* **Atlas Solarimétrico do Brasil**: banco de dados terrestre. UFPE, CHESF. Ed. Universitária da UFPE, Recife, 2000.

SUDIC – Superintendência de Desenvolvimento Industrial e Comercial da Bahia. **Termoelétricas na Bahia**. Disponível em: <<http://www.sudic.ba.gov.br>> Acesso em: 2 novembro 2009.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno *et al.* Indicadores de Eficiência Energética. Edição: ENERGECOPPE / UFRJPROCEL / ELETROBRAS1998. Disponível em: <<http://www.cenergia.org.br>> Acesso em: 20 julho 2009.

TRIGUEIRO, André. **Mundo Sustentável**: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação. São Paulo: Globo, 2005.

UNIFACS/COELBA – Universidade de Salvador. Companhia de eletrificação do Estado da Bahia. **Energia Solar Fotovoltaica, na Bahia**: Histórico e diagnóstico dos programas implementados. Relatório Técnico elaborado pela UNIFACS no âmbito da pesquisa. Desenvolvimento de Metodologia para definição de um programa de Eletrificação Rural para a universalização do Atendimento. Jan. 2002, Salvador.

VARELLA, Fabiane Carla de Oliveira Martins. **Tecnologia Solar Residencial**: Inserção de Aquecedores Solares de água no Distrito de Barão Geraldo – Campinas. Tese de Mestrado pela Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2004, São Paulo.

WALISIEWICZ, Marek. **Energia Alternativa:** solar, eólica, hidrelétrica e de bicomcombustíveis. Publifolha, (Série mais ciências/organizador John Gribbin) São Paulo, 2008.

WALTER, Arnaldo. **Fomento à geração elétrica com fontes renováveis de energia no meio rural brasileiro:** barreiras, ações e perspectivas. Dissertação de Mestrado do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, DE/FEM/Unicamp, An. 3. Enc. Energ. Meio Rural, Campinas, São Paulo, 2003.

ZANESCO et al. **Implementação e Análise de Sistemas Fotovoltaicos Autônomos,** Faculdade de Física – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Tecnologia de Materiais – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/PUCRS, Porto Alegre, 2004.

ZUKOWSKY JR., Joel Carlos. **Estudo de sensibilidade em um sistema de refrigeração por absorção água-amônia.** Tese de doutorado Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, São Paulo, 1999.

www.fisica.ufpr.br. Órbita da Terra em torno do Sol com eixo Norte Sul e inclinação 83 ângulo 23,5°. Acesso: setembro 2009.

www.cresesb.cepel.br. Programa para cálculos de radiação solar. Acesso em: setembro 2009.

www.hetiotek.com.br. Manual de funcionamento dos produtos da Heliotek. Acesso em: setembro 2009.

www.fayerwayer.com.br Energia. Acesso em setembro 2009.

www.wikienergia.com Sanlúcar de La Mayor (Espanha) está a tornar-se na capital europeia da energia solar com o arranque do maior aglomerado de centrais solares térmicas do continente. Aquando da sua conclusão em 2013 perfará 300 MW de potência combinada. Acesso em: outubro de 2009.

ANEXOS

ANEXO A - ANALISE DE VPL PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS.

Considerando para análise do VPL as taxas de juros mês e ano.

taxa	0,4868%	a.mês	6,00%	a.ano
Cenários:				
Meses	Placa Coletora + Energia Convencional	Placa Coletora + Célula Fotovoltaica	Célula Fotovoltaica + Energia Convencional	Energia Convencional
0	(9.643,12)	(23.303,12)	(13.900,00)	(240,00)
1	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
2	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
3	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
4	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
5	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
6	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
7	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
8	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
9	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
10	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
11	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
12	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
13	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
14	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
15	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
16	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
17	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
18	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
19	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
20	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
...
240	(50,85)	0,00	(208,78)	(259,63)
VPL	(R\$ 14.256)	(R\$ 23.303)	(R\$ 32.841)	(R\$ 23.795)

ANEXO B – ORÇAMENTOS PARA VIABILIDADE DO PROJETO PARA CÉLULAS FOTOVOLTAICAS E PLACAS COLETORAS.

1. Empresa: Solarterra Importação e Comércio de Equipamentos e Sistemas E.Alt. Ltda.
2. Contato: Marcel Uete; marcel.uite@solarterra.com.br;
3. Telefone: (055) 11 67922731 (055) 11 55873229

Características do módulo

Modelo do módulo fotovoltaico	Solarterra HG135
Tempo de garantia do módulo	25 anos
Eficiência	15.2%
Tipo de célula fotovoltaica	Monocristalina
Sua célula é para 5 horas de iluminação dia ou +?	+ de cinco horas
01 modulo pode gerar quanto de energia em VOC?	21.60V
Valor de 01 módulo fotovoltaico (em R\$ ou U\$)	1900,00

Características elétricas do módulo

Potência Nominal	135Wp
Potência 9W por dia)	
Corrente (A por dia)	40 A
Corrente Nominal	7.99
Tensão Nominal (V)	17.20V

Dimensões do módulo fotovoltaico;

Peso	11,5kg
Altura	1440
Largura	652
Espessura	50

	Modelo	Valor (em R\$ ou U\$)
01 Controlador de Carga (22 A)	EPIP 20	220,00

	Valor (em R\$ ou U\$)
01 Bateria estacionária 150Ah	600,00

	Eficiência/Modelo	Valor (em R\$ ou U\$)
01 Inversor da bateria (distância até 3 metros)	1500W senoidal	1.300

2. Empresa Solar Brasil



DISTRIBUIDOR MÁSTER KYOCERA

E-Mail:		Fone:		Fax:	
Empresa:			Contato:		
C.N.P.J			Inscr. Estadual:		
Endereço:			Bairro:		
Cidade:		Estado:		CEP:	
Unidade:	Orçamento Diversos Equipamentos:	Valor Unit. R\$		Valor Total R\$	
3	* Módulo Solar Fot. Kyocera KC 130 Watts	R\$ 1.850,00		R\$ 5.550,00	
3	Controlador de Carga Nacional 15 A 12 V Lead	R\$ 170,00		R\$ 510,00	
1	Inversor 12V p/ 110V Importado Mod. 1000	R\$ 830,00		R\$ 830,00	
1	Geladeira 240 litros ou Freezer 150 litros (Não fornecemos)			-----	
* Preço Promocional para orçamento Completo. Válido por tempo limitado.		TOTAL R\$		R\$ 6.890,00	
Prazo de Entrega: Imediato (X) Consultar ()			Validade da Proposta: (2) dias da data		
* Imposto: Isento de IPI e ICMS			Frete: FOB (Por Conta do Cliente)		
Para Pagamento á vista antecipado. Depósitos em cheque, mercadoria enviada somente após a compensação					
Para Depósito Bradesco Ag 1789-2 C/C 21165-6 Solar Brasil			Nota Fiscal: Solar Brasil (X) Kyocera ()		
Data:		Para DOC ou Oper. Eletrônica usar C.N.P.J 54.893.334/0001-60			
<u>Módulo solar fotovoltaico Kyocera - tem todas as certificações INTERNACIONAIS</u>					
<u>e é o único no Brasil c/ certificado INMETRO classe A</u>					

LEIA COM ATENÇÃO: PARA SEU MAIOR ENTENDIMENTO CONFIRA OS DADOS:					
Orçamento feito c/ os dados fornecidos pelo cliente. * Não fornecemos instalação, fios, baterias e suporte.					
O Orçamento foi calculado: consumo do equipamento X número de equipamentos a serem utilizados X número de horas por dia a ser utilizada pelo cliente. Não use módulos de Amorfo ou Filme Fino – Garantia e vida útil limitada.					
* Garantia conforme especificações do fabricante para defeito de fabricação.(consultar catálogos). A garantia não cobre danos provocados pela utilização incorreta dos produtos, erros de instalação, acidentes ou qualquer outro defeito causado por ações externas do usuário. Só use módulos de qualidade como Kyocera - 20 Anos de garantia contra defeito de fabricação e eficiência.					
* Consumo estimado em média p/ 1h dependendo da marca e modelo geração econômica / * consumo já computado o inversor.					
Equipamentos:	Consumo Ah	X Quant	X Nº horas	Total	Observações
TV Colorida 29" c/ Parabólica + Inversor 110V	15,00	1	5	75	Consumo fornecido pelo cliente.
Receptor de satélite + inversor 110V	2,00	1	5	10	
DVD + inversor 110V	4,00	1	5	20	Anexo orçamento: geladeiras e freezers
Rádio AM/ FM Toca Fitas/ CD 12V	2,00			0	
Telefone Rural Cel (transmitindo/ standby 12V)	4,00			0	
Telefone linha convencional ou rádio 12V	12,00			0	
Laptop 110V + inversor	4,00			0	
Microcomputador 110V + Inversor	8,00			0	
Impressora normal 110V + Inversor	8,00			0	
Batedeira 110V ou Liquidificador 110V	26,00			0	
Ventilador de Teto pequeno 110V + Inversor	4,00			0	** Bateria 12 Volts
Equipamento de Transmissão via internet 12V	1,00			0	Indicamos (4) Bateria
* Lâmpada 9W 12V = 60W 110/220V	0,75			0	Estacionária 150 Ah (Freedom)
* Lâmpada Fluorescente 22W 12V	1,30	4	5	26	NÃO FORNECEMOS
* Lâmpadas recomendadas: Fluorescentes e Compactas 12V		TOTAL Ah/dia:		131	
E-Mail: valesca39@yahoo.com.br			Fone: (73) 3605-3371		Fax:
Empresa: Valesca de Freitas			Contato: Sr(a).		
C.N.P.J:			Inscr. Estadual:		
Endereço:			Bairro:		

Continuação

Cidade: Teixeira de Freitas		Estado: BA	CEP:
Unidade:	Orçamento Diversos Equipamentos:	Valor Unit. R\$	Valor Total R\$
4	* Módulo Solar Fot. Kyocera KC 130 Watts (gera 37 X 4 = 148 Ah/dia)	1.850,00	7.400,00
			0,00
2	Controlador de Carga Nacional 22 Amperes 12 Volts	220,00	440,00
2	Inversor 12V p/ 110V Importado Mod. 700	400,00	800,00
4	Lâmpada circ. 22W c/ inversor e suporte c/ rosca E27 12V	25,00	100,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
* Preço Promocional para orçamento Completo. Válido por tempo limitado.		TOTAL R\$	8.740,00
Prazo de Entrega: Imediato (X) Consultar ()		Validade da Proposta: (5) dias da data	
* Imposto: Isento de IPI e ICMS		Frete: FOB (Por Conta do Cliente)	
Para Pagamento à vista antecipado. Depósitos em cheque, mercadoria enviada somente após a compensação			
Para Depósito Bradesco Ag 1789-2 C/C 21165-6 Solar Brasil		Nota Fiscal: Solar Brasil (X) Kyocera ()	
Data: 23/09/2009	Para DOC ou Oper. Eletrônica usar C.N.P.J 54.893.334/0001-60		
OBS: O uso incorreto faz com que o sistema não funcione.			
Solar Brasil Tecnologia & Energia Fotovoltaica Ltda			
Rua Rita Joana de Souza, 536 – Brooklin – São Paulo SP CEP: 04601-061			
Fone: 11-5041-7666 11-5542-7980 11-5535-4071 11-5531-6784 Fax: 11-5044-3413			
Site: www.solarbrasil.com.br email: solar@solarbrasil.com.br			
Módulo solar fotovoltaico Kyocera - tem todas as certificações INTERNACIONAIS			
e é o único no Brasil c/ certificado INMETRO classe A			

2. Orçamento das placas coletoras e aquecedor de 600L.

Logo		ORÇAMENTO		Data: 15/09/2009	
Cliente: VALSOSA				Telefone: _____	
Código	Qtd.	Discriminação	Unitário	Valor R\$	
	3	PLACAS COLETOR 2,50	510,00	1530,00	
	1	AQUECEDOR 550lt PRO 304	1949,00	1949,00	
	1	FUSO COBRE 22	119,00	119,00	
	1	FUSO COBRE 28	152,00	152,00	
				3750,00	
		EM LOJA NO CREDITO VISA OU MASTERCARD			
	1	CA D'AGUA 1000lt	239,00	239,00	
	1	CA D'AGUA 600lt	159,00	159,00	
Vendedor		Klauslym M. Gomes 3292-2900 / 8816-8649		19923-0684 R\$	
		Lojas			

ORÇAMENTO

Nº 0034815

Nº ORÇAMENTO: 0034815 DATA: 16/09/2009 - 09:06:42

CLIENTE...: - ORÇAMENTO

PRZD:02

OBSERVAÇÕES.....: VALESA - 3605-3371 / 9978-2747

VENDEDOR:0010 DEL VEDCHIO

COD.FRQID	REFERENCIA	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VL.UNIT	VL. TOTAL
020147		CURO FINO PLACA COLETOFA DE ALUM. 2X2 097006	3,00	766,12	2.298,36
020218		CURO FINO RESERVATORIO HORIZONTAL 500L MOD. RTSI	1,00	3.191,81	3.191,81
015037		FORTLEV CAIXA FB VIDRO 1.000LT C/TAMPA	1,00	211,86	211,86
024881		ELUNA TUBO E 22X0.60X5000MM	1,00	88,28	88,28
025944		ELUNA TUBO E 28X0.60X5000MM	1,00	111,52	111,52
025332		CURO FINO RESERVATORIO ECONOMIPEC 500L	1,00	1.498,00	1.498,00

SUBTOTAL: 7.400,13

TOTAL.....: 7.400,13

ANSFT

Constitutores ZECARIOS
 J. C. Rocha & Cia Ltda.
 (73) 3263-8350
 Tels.: (73) 3291-5555 / 3291-5000 - Fax: (73) 3263-8365 - E-mail: constitutoreszecarios@hotmail.com
 Av. Presidente Getúlio Vargas, 4145 - Centro - CEP 45995-002 - Teixeira de Freitas - Bahia

Del Vecchio
 8101-8110

ANEXO C – QUESTIONÁRIO RESIDENCIAL

1. Você possui energia elétrica em sua residência?

- Sim
 Não

Se optou por “sim”, vá para questão 2.

2. Qual o número de pontos de luz (lâmpadas) em sua casa?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 Outro valor: _____

3. Qual o número desejado de lâmpada em sua casa, gostaria de ter mais?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 Outro valor: _____

4. Qual é o tipo de lâmpada usada?

- incandescente
 fluorescente
 Faróis de carro

5. Qual o tempo de permanência diária de iluminação diária em sua residência?

a) na sala:

() 0-1 h () 1-2h () 2-3h () 3-4h () 4-5h () 5-6h () 6-7h () 7-8h () 8-9h () 9-10h
 () 10-11h
 () 11-12h () 12-13h () 13-14h () 14-15h () 15-16h () 16-17h () 17-18h Outro
 valor: _____

b) nos quartos:

() 0-1 h () 1-2h () 2-3h () 3-4h () 4-5h () 5-6h () 6-7h () 7-8h () 8-9h () 9-10h
 () 10-11h
 () 11-12h () 12-13h () 13-14h () 14-15h () 15-16h () 16-17h () 17-18h Outro
 valor: _____

c) televisão:

() 0-1 h () 1-2h () 2-3h () 3-4h () 4-5h () 5-6h () 6-7h () 7-8h () 8-9h () 9-10h
 () 10-11h
 () 11-12h () 12-13h () 13-14h () 14-15h () 15-16h () 16-17h () 17-18h Outro
 valor: _____

6. Aparelhos elétricos que possui em sua residência:

<input type="checkbox"/>	Chuveiro elétrico	<input type="checkbox"/>	Liquidificador
<input type="checkbox"/>	geladeira	<input type="checkbox"/>	Forno elétrico
<input type="checkbox"/>	Ferro de passar	<input type="checkbox"/>	Telefone
<input type="checkbox"/>	Máquina de lavar	<input type="checkbox"/>	Antena parabólica
<input type="checkbox"/>	Televisão a cores	<input type="checkbox"/>	Forno elétrico
<input type="checkbox"/>	Carregador de bateria	<input type="checkbox"/>	Triturador
<input type="checkbox"/>	Secadora de roupa	<input type="checkbox"/>	Microondas
<input type="checkbox"/>	Bomba d'água	<input type="checkbox"/>	Iluminação
<input type="checkbox"/>	Aparelho de som		
<input type="checkbox"/>	Ventilador portátil		
<input type="checkbox"/>	Vídeo cassete		
<input type="checkbox"/>	Freezer		
<input type="checkbox"/>	Computador		

7. Histórico de consumo de energia elétrica residencial nos últimos dois anos?

Ano base: _____ Ano base: _____

FEV	FEV	
MAR	MAR	
ABR	ABR	
MAIO	MAIO	
JUN	JUN	
JUL	JUL	
AGO	AGO	
SET	SET	
OUT	OUT	
NOV	NOV	
DEZ	DEZ	
JAN	JAN	

8. Qual é o sistema de abastecimento de água em sua residência?

- poço
 encanada
 Retirada de bica
 Caixa d'água
 Outro lugar

9. Forma de armazenamento dos frutos do mar e produtos perecíveis em geral?

- Freezer elétrico próprio
 Freezer elétrico da associação
 Freezer elétrico da Prefeitura
 Não possui
 Freezer com energia solar

Caso não possua energia elétrica em sua residência, responda:

1. Como obtém energia para sua residência?

- Pilhas
 Iluminação a gás
 Querosene
 baterias
 outros

2. Quais as formas usadas de iluminação em sua residência?

- lâmpião
 lanterna
 fogareiro
 vela
 outros

3. Possui pontos de luz para iluminação?

- sim Quantos? _____
 não

4. Qual é o sistema de abastecimento de água em sua residência?

- poço
 encanada
 Retirada de bica
 Caixa d'água
 Outro lugar

5. Gostaria de obter energia elétrica em sua residência?

- sim
 não

. Você já ouviu falar de outras formas de energia elétrica, como eólica e solar?

- sim
 não

. Caso fosse implantado o sistema de energia solar em sua casa, qual seria as suas necessidades:

- Gerar energia para iluminação
 Iluminação, televisão
 Iluminação, TV, aparelho de som
 Iluminação, TV, aparelho de som, geladeira
 Iluminação, TV, aparelho de som, geladeira, freezer
 Aquecimento de água
 Outros:

Por último, necessitamos de alguns dados para o perfil demográfico dos entrevistados:

. Qual é o seu sexo?

- feminino
 masculino

. A sua idade está na faixa de:

- () 21-30 () 31-40 () 41- 50 () mais de 50

. Qual é o seu grau de instrução

- Não sabe ler e escrever Terceiro grau completo
 Primeiro grau incompleto
 Primeiro grau completo
 Segundo grau incompleto
 Segundo grau completo

. Atualmente, possui alguma atividade remunerada?

- Sim
 Não

. Quantas pessoas moram em sua casa?

- () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 () + de 10

ANEXO D - TABELA DE EMISSÃO DE CO₂

L 197/92

EN

Official Journal of the European Union

29.7.2009

The following emission factors shall be used in the calculation of the CO₂ emissions from fuels:

Table 2

Fuel	CO ₂ emission	Unit
Coal	95	g CO ₂ fossil/MJ
Crude oil	73	g CO ₂ fossil/MJ
Fuel oil 1	74	g CO ₂ fossil/MJ
Fuel oil 2-5	77	g CO ₂ fossil/MJ
LPG	62,40	g CO ₂ fossil/MJ
Natural gas	56	g CO ₂ fossil/MJ
Grid electricity	400	g CO ₂ fossil/kWh

For all grid electricity, the value quoted in the table above (the European average) shall be used, unless the applicant presents documentation establishing that electricity from renewable sources according to Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council ⁽¹⁾ is used in which case the applicant may exclude the renewable electricity from the calculation.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)