



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

ISABELLE DE LOYS

UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM ÁREAS
URBANAS: O EXEMPLO DA ECODUCHA SOLAR

RIO DE JANEIRO

2012



UFRJ

ISABELLE DE LOYS

UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM ÁREAS
URBANAS: O EXEMPLO DA ECODUCHA SOLAR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Fernando Rodrigues Lima

RIO DE JANEIRO

2012

Loys, Isabelle de.

Utilização de Energia solar fotovoltaica em áreas urbanas: o exemplo da Ecoducha solar. / Isabelle de Loys. – 2012.

116 f.: 70 il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2012.

Orientador: Fernando Rodrigues Lima

1. Energia Renovável. 2. Energia Solar Fotovoltaica. 3. Mercado da Energia Solar. 4. Energia Solar em Áreas Urbanas. I. Lima, Fernando Rodrigues. II Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.



UFRJ

UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM ÁREAS URBANAS: O
EXEMPLO DA ECODUCHA SOLAR

Isabelle de Loys

Orientador: Fernando Rodrigues Lima

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela Banca:

Prof. Fernando Rodrigues Lima, D.Sc., POLI/UFRJ-Orientador

Prof^a. Elaine Garrido Vazquez, D.Sc., POLI/UFRJ

Prof^a. Sylvia Meimaredou Rola, D.Sc., FAU/UFRJ

RIO DE JANEIRO

2012

DEDICATÓRIA

*“Eu colocaria meu dinheiro na energia solar.
Que fonte de energia!
Espero não ser necessário aguardar que o petróleo e o carvão acabem para
encarar isto”*

Thomas Edison em conversa com Henry Ford e Harvey Firestone, em 1931.

AGRADECIMENTO

Agradeço e dedico este trabalho a minha família e aos amigos que me acompanham desde o início do meu curso de arquitetura e urbanismo. Àqueles que indiretamente contribuíram com informações, ideias e projetos e aos professores que me incentivaram durante a minha graduação da UNIPLI e aos que me apoiaram e acreditaram durante o mestrado do PEU POLI-UFRJ.

Aos meus pais queridos Yves François Fernand de Loys (*in memorian*) e Maria Soledade Santos de Loys, a minha tia Mercedes Santos (*in memorian*), ao meu tio Henry T. de Loys (*in memorian*), as minhas irmãs Alexandra Baird e Marie-Claude Sabine de Loys.

Aos professores, Claudia Thaumaturgo, Sylvia Rola, Fernando Lima, Elaine Vazquez, Marcos Freitas.

As empresas a qual trabalhei que contribuíram muito na minha formação na área de energia renovável, CERA- Cambridge Energy Research Associates, Kyocera Solar e Blue-Sol Energia Solar.

Aos amigos, Lucia Mara Nunes Alves, Rosane Sobral Guimarães, aos amigos da faculdade UNIPLI e do PEU-POLI, UFRJ. Aos meus companheiros inseparáveis “peludos” Reiky, Hanna, Max, Vidinha, Flick e Rafinha (*in memorian*).

RESUMO

LOYS, Isabelle de. **Utilização de Energia Solar em Áreas Urbanas: o exemplo da Ecoducha solar**. Rio de Janeiro, 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

O consumo crescente e o impacto ambiental e social causados pelas fontes de energia fósseis e a dependência de regimes de chuva para o abastecimento dos reservatórios das usinas hidroelétricas, leva governo e sociedade, no Brasil e no mundo, a pensarem em novas alternativas para geração de energia, na busca de um mix de fontes complementares. Diante desse cenário, a busca de fontes renováveis de energia já é uma realidade amplamente presente no cenário mundial, com iniciativas governamentais e, principalmente, da iniciativa privada, em especial das indústrias. Com a crise na Europa e o Brasil apresentando um grande potencial solar e promissor na utilização destas energias, principalmente a solar fotovoltaica. Os futuros eventos que serão realizados, como a COPA de 2014 e as Olimpíadas de 2016, auxiliados por uma regulamentação recém aprovada pela ANEEL, fará do Brasil um dos principais *players* no mercado mundial. Empresas estrangeiras já estão estudando o mercado nacional no intuito de aplicar todo seu conhecimento, em projetos, produtos e tecnologias, de um mercado que já tem vinte anos de experiência. Esta dissertação apresenta os tipos de sistemas fotovoltaicos, isolados e conectados a rede em áreas urbanas e um panorama atual do mercado, legislação, projetos e incentivos nacional. É apresentado o exemplo de um sistema de bombeamento solar instalado na Praia de Ipanema doado à Prefeitura do Rio de Janeiro e sua dificuldade em mantê-lo operando. Como o Brasil tem um déficit muito grande de mão de obra especializada neste segmento, a dificuldade em manter o equipamento funcionando é apresentada em reportagens de jornais.

Palavras-chave: energia renovável, energia solar fotovoltaica, sistemas isolados, sistemas conectados á rede, Ecoducha solar.

ABSTRACT

The growing consumption and the environmental and social impact caused by fossil fuels and dependence on rainfall to supply the reservoirs of hydroelectric plants, leads the government and society in Brazil and the world, to think of new alternatives for energy generation, in search of a mix of complementary sources. Given this scenario, the pursuit of renewable energy is a reality widely present on the world stage, with government initiatives and especially the private sector, especially industries. With the crisis in Europe and Brazil featuring a great solar potential and promise in the use of renewable, especially solar photovoltaic. Future events will be conducted as World Cup in 2014 and the Olympics Games in 2016, aided by legislation recently approved by ANEEL, will make Brazil a major player in the global market. Foreign companies are already studying the Brazilian market in order to apply all his knowledge, projects, products and technologies in a market that already has twenty years of experience. This dissertation presents the types of photovoltaic systems, off grid and on grid in urban areas and an overview of the current market, legislation, incentives and national projects. It is presented an example of a solar pumping system installed on Ipanema Beach donated to the Municipality of Rio de Janeiro and its difficulty to keep it operating. As Brazil has a very large deficit of skilled labor in this segment, the difficulty in keeping the equipment running is shown in newspaper reports.

Keywords: renewable energy, solar photovoltaic, off grid system, on grid system, Ecoducha solar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1. Apresentação do Tema.....	17
1.2. Estrutura da Dissertação.....	19
2. ENERGIA	21
2.1. Matriz Energética no Mundo e no Brasil.....	21
2.2 Fontes Renováveis de Energia.....	24
2.3. Energia Solar.....	26
3. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	30
3.1 Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.....	31
3.2 Sistemas Isolados.....	33
3.2.1 Programa Luz Para Todos.....	36
3.3 Sistemas Híbridos.....	39
3.4. Sistemas Interligados a Rede ou Conectados a Rede.....	40
3.4.1. Sistemas Fotovoltaicos Integrados à Arquitetura.....	43
3.5. Diversos Usos de Sistemas Fotovoltaicos.....	46
4. ASPECTOS CONJUNTURAIS DA APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	51
4.1. A Energia Solar Fotovoltaica no Mercado Mundial.....	51
4.2. A Energia Solar Fotovoltaica no Mercado Nacional.....	56
4.3. Incentivos e a Legislação no Brasil em Sistemas fotovoltaicos.....	60
4.4. A Regulamentação da ANEEL para Micro e Mini Geração Distribuída.....	67
4.5. Telhados Solares e a Paridade Tarifaria uma Possível Realidade no Brasil?.....	69
5. A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM ÁREAS URBANAS.....	74
5.1. Exemplo de um Sistema Isolado, a solução da Ecoducha Solar.....	74
6. CONCLUSÕES.....	92
6.1. Sugestões para Trabalhos Futuros.....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXOS.....	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 As figuras 1a e 1b apresentam a estrutura da matriz de oferta de energia primária brasileira e a empregada na produção de eletricidade respectivamente.....	22
Figura 2.2 Comparativo da matriz energética mundial com o Brasil.....	22
Figura 2.3 Programa Federal Luz pra Todos – Sertão da Bahia – SIGFI 13 COELBA.....	23
Figura 2.4 Cenário das fontes renováveis de energia até 2060.....	24
Figura 2.5 Principais características das tecnologias das fontes renováveis de energia.....	25
Figura 2.6 O chamado Cinturão do Sol, localizado entre os trópicos.....	26
Figura 2.7 Os pontos amarelos indicam as centrais elétricas que compõem os sistemas fotovoltaicos isolados.....	27
Figura 2.8 As diferentes direções dos raios solares.....	28
Figura 2.9 Comparativo e comportamento diário da radiação solar – um dia de céu nublado e um dia ensolarado.....	29
Figura 3.10 Satélite em órbita com painéis fotovoltaicos.....	30
Figura 3.11 Taxas média de crescimento anual da capacidade de energia renovável.....	31
Figura 3.12 Tipos de sistemas possíveis com geração solar.....	32
Figura 3.13 Sistema de bombeamento de água- Valente – Bahia.....	33
Figura 3.14 Ecoducha Solar Blue-Sol – Ipanema – R.J.....	34
Figura 3.15 Exemplo de controlador e baterias estacionárias.....	35
Figura 3.16 Exemplo de inversor.....	35
Figura 3.17 Esquema de um sistema isolado.....	36
Figura 3.18 Comunidades atendidas dentro do Programa Luz para Todos com energia solar.....	37
Figura 3.19 Esquema de um sistema isolado no Programa Luz para Todos.....	37
Figura 3.20 Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes - SIGFI.....	38
Figura 3.21 Consumo por carga de um SIGFI 80.....	38
Figura 3.22 Exemplo de um sistema híbrido.....	39
Figura 3.23 Exemplo de um sistema híbrido, eólico e solar.....	40
Figura 3.24 Esquema de um sistema conectado a rede.....	41
Figura 3.25 Exemplos de sistemas conectados à rede no Brasil.....	41
Figura 3.26 Cidades com mais de 1 milhão de pessoas.....	42
Figura 3.27 Exemplos de sistemas fotovoltaicos integrados a arquitetura - Solar Park (Porto Alegre – RS) e Solar Academy – SMA (Kassel- Alemanha).....	43
Figura 3.28 Exemplos de telhas em diferentes cores.	45
Figura 3.29 Exemplo de laminados de vidros fotovoltaicos.	45
Figura 3.30 Exemplos de fachadas e coberturas.....	46
Figura 3.31 Poste solar e eólico – Greenpower – Cidade do Rock, Rio de Janeiro.....	47
Figura 3.32 Iluminação de Outdoors, pontos de ônibus, sinalização férrea e de estradas..	47

Figura 3.33 Proteção da tubulação no setor de óleo e gás.....	48
Figura 3.34 Freezer especial para conservar vacinas e um nômade com uma geladeira portátil.....	48
Figura 3.35 Desafio solar Brasil – 2009 – embarcação utilizando painéis fotovoltaicos..	49
Figura 3.36 Diversos meios de transporte com sistema fotovoltaico.....	50
Figura 3.37 Alguns TUP’s em lugares remotos alimentados por sistemas fotovoltaicos..	50
Figura 4.38 Produção de módulos, 2010.....	51
Figura 4.39 Quantidade de empregos gerados na Alemanha.....	52
Figura 4.40 Panorama do mercado global fotovoltaico – 2010.....	52
Figura 4.41 Os 10 maiores países no mercado fotovoltaico em 2010.....	53
Figura 4.42 Mercado Fotovoltaico segmentado por aplicação – sistema isolado (<i>off grid</i>) e sistema conectados a rede (<i>on grid</i>).....	53
Figura 4.43 Redução de preços dos módulos fotovoltaicos nos últimos 10 anos.....	54
Figura 4.44 Os novos investimentos em energia solar (USDbn).....	55
Figura 4.45 Lista de sistemas conectados a rede no Brasil.....	57
Figura 4.46 Centrais Energia Solar com Registro na ANEEL em 30/11/2011.....	60
Figura 4.47 Lista total de empresas envolvidas no GT ABINEE.....	65
Figura 4.48 Incidência de impostos em painéis solares e inversores.....	66
Figura 4.49 Esquema básico do caminho da geração de energia centralizada e de um pequeno circuito de geração distribuída com painéis fotovoltaicos.	68
Figura 4.50 Paridade tarifaria no Brasil para o ano de 2015 e 2020 respectivamente.....	70
Figura 4.51 Relação de preço de energia das concessionárias X preço da energia solar – paridade tarifaria.....	71
Figura 4.52 Índice de competitividade de energia solar distribuída- investimento direto do consumidor.....	72
Figura 4.53 Índice de competitividade de energia solar distribuída- investimento via integrador.....	73
Figura 5.54 Tradicional ducha na praia utilizando motor a diesel para bombeamento d’água.....	75
Figura 5.55 Esquema da Ecoducha Solar.....	76
Figura 5.56 Esquema elétrico de ligação dos módulos fotovoltaicos e da bomba d’água..	77
Figura 5.57 Listagem de materiais e características do poço.....	78
Figura 5.58 Protótipo da Ecoducha em teste.....	79
Figura 5.59 Placa explicativa da Ecoducha Solar.....	80
Figura 5.60 Escolha da furação do poço e o início da furação respectivamente.....	81
Figura 5.61 Introdução do filtro geomecânico e a continuação do processo de furação....	82
Figura 5.62 Continuação da furação do poço e a introdução dos outros tubos.....	83
Figura 5.63 Continuação da furação do poço, introdução dos outros tubos e a coautora do projeto: Isabelle de Loys.....	84
Figura 5.64 Finalização da instalação do tubo e a colocação de brita e uma tela para evitar empoçamento de água para auxiliar na drenagem.....	85

Figura 5.65 Instalação e colocação da torneira e da ducha.....	85
Figura 5.66 Acabamento e instalação da estrutura de alumínio e teste do sistema.....	86
Figura 5.67 Inauguração e detalhe da placa explicativa.....	87
Figura 5.68 Inauguração e o teste com o usuário.....	88
Figura 5.69 Inauguração e sucesso absoluto.....	88
Figura 5.70 Vandalismo praticado na Ecoducha, furto da ducha, torneira e abertura do driver da bomba.....	90

CONVENÇÕES TIPOGRÁFICAS

As convenções seguintes são utilizadas nesta dissertação para identificar certos tipos de informações:

CONVENÇÃO	DESCRIÇÃO
MAIÚSCULAS	Siglas ou acrônimos
<i>Itálico</i>	Palavras ou expressões em língua inglesa ou palavras em português com significado ligeiramente diferente do habitual já definidas anteriormente no texto
<u>Sublinhado</u>	Termo em destaque
CAIXA ALTA	Termos ou expressões sob definição.

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
°C	Graus Celsius
CEMIG	Companhia Elétrica de Minas Gerais
CEPEL	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
cm	Centímetros
cm²	Centímetros Quadrados
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO₂	Gás Carbônico
COELBA	Companhia Elétrica da Bahia
COGEN	Associação das Industrias de Geração Elétrica
CRESESB	Centro de Referencia em Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito
E.U.A.	Estados Unidos da America.
EEG	<i>Erneuerbare-Energien-Gesetz</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ES-FV	Energia Solar Fotovoltaica
FDI	Fundo de Desenvolvimento Industrial
FIES	Fundo de Incentivo a Energia Solar
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FIT	<i>Feed in Tariff</i>
FUNTEC	Fundo de Tecnologia
GEE	Gases do Efeito Estufa
GT	Grupo de Trabalho
GW	Gigawatts
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias
ICT	Instituições de Ciência e Tecnologia

IEC	<i>International Electrotechnical Commission's</i>
IPI	Imposto sobre Produto Industrializado
KfW	<i>Förderbank der Deutschen Wirtschaft</i>
KWh/m²	Quilowatts Hora por Metro Quadrado
KWp	Quilowatts Pico
LpT	Luz para Todos
m²	Metro Quadrado
Ma	Mileamper
MCTI	Ministério de Ciência e Tecnologia E Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior
mm	Milímetros
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatts
n.	Numero
NBR	Norma Brasileira
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
PROINFA	Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PV	<i>Photovoltaic</i>
PVC	Policloreto de Vinilo
R\$	Reais
RGR	Reserva Global de Reversão
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede
SFIE	Sistema Fotovoltaico Integrados ao Edifício
Si	Silício
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia
SIGFI	Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes
SIN	Sistema Interligado Nacional
STC	<i>Standart Test Conditions</i>

TJLP	Taxa de Juros de Longo Prazo
TWh	Terawatts Hora
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio De Janeiro
US\$	Dólar Americano
USP	Universidade de São Paulo
VR	Valor de Referencia
W	Watts
Wp	Watts Pico

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do Balanço Energético Nacional – Ministério de Minas e Energia (MME, 2011) 47,2% da matriz energética do Brasil é renovável, enquanto a média mundial não chega a 13%.

No entanto, 90% (MME, 2011) da energia elétrica do país é gerada em grandes usinas hidrelétricas, o que provoca grande impactos ambientais, como o alagamento de grandes áreas e a consequente perda da biodiversidade local, além dos problemas sociais relacionados.

O aumento da demanda e consumo de energia decorrente do progresso tecnológico e do avanço no desenvolvimento humano (caracterizado por parâmetros socioeconômicos) são apontados como os fatores mais importantes na aceleração das alterações climáticas e ambientais observadas e descritas pela comunidade científica. O crescimento do consumo de energia em estudos recentes mostra uma tendência de crescimento da demanda energética em consequência da recuperação econômica nos países em desenvolvimento.

O aumento da demanda energética em conjunto com a possibilidade de redução da oferta de combustíveis convencionais e a crescente preocupação com a preservação do meio ambiente está impulsionando a comunidade científica e a indústria através de programas de *P&D* a pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energia menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental, além é claro, de diversificar a matriz energética, podendo ofertar diversas fontes de energia em períodos diferentes.

No início de 2008, o Brasil esteve na eminência de um novo “apagão” de energia, a falta de chuva colocou o país em estado de alerta, temendo uma repetição da crise de 2001. Desta vez a situação não foi tão grave como em 2001 porque o nível dos reservatórios estava mais alto e por conta da recente ampliação da malha de transmissão, o que permitiu a transferência de energia entre regiões. Porém as poucas chuvas no início do ano levaram o Operador Nacional de Sistema (ONS) a acionar usinas térmicas que utilizam combustíveis fósseis como carvão, óleo combustível e gás natural, para garantir a estabilidade do suprimento de energia. E assim, o Brasil que há muito tempo contava com uma matriz elétrica limpa baseada na hidroeletricidade, sujou a sua geração com o despacho de térmicas a gás, carvão mineral e óleo combustível. Pode-se lembrar que nos últimos três anos o Brasil passou por algumas crises de energia, como *blackouts* em algumas regiões do país, fazendo com que o país fosse retalhado por partidos opositores ao governo e por países estrangeiros,

com insinuações de que o Brasil não poderia receber eventos de grandes proporções, como uma Copa do Mundo e uma Olimpíada.

O parque elétrico nacional é hoje extremamente dependente do regime de chuvas, pela escolha de um investimento em um modelo hidrotérmico de geração centralizada. A insegurança desse modelo, estruturado em investimentos bilionários em obras hidrelétricas de grande porte e no acionamento de termoelétricas a combustíveis fósseis, quando as chuvas da estação úmida não garantem os reservatórios, tende a aumentar em um cenário de mudanças climáticas com impactos de regime hidrológico e na instabilidade de suprimento de combustíveis fósseis como o gás natural.

“Em julho de 2001, a comissão constituída para apurar as causas do apagão havia reconhecido que o aumento do consumo (...), não teve qualquer influencia na crise de suprimento e que a hidrologia adversa, por si só, não teria sido suficiente para causar a crise. O que houve então? Falta de planejamento e, sobretudo, falta de investimento – carências inadmissíveis no setor elétrico.” (ROUSSEFF D. 2011)

Em âmbito global, as fontes renováveis de energia já foram incorporadas aos planejamentos energéticos de grande escala e são consideradas opções maduras do ponto de vista tecnológico e econômico. Após décadas de progresso técnico, turbinas eólicas, usinas de biomassa, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), coletores solares térmicos e painéis fotovoltaicos se consolidaram como sendo a principal tendência do mercado energético.

O mercado de energia solar fotovoltaica, segundo agência de notícias *Bloomberg*, só em 2011 a capacidade instalada global atingiu 67 GW sendo que somente em 2011 foram instalados 27 GW um aumento de 70% sobre o ano anterior.

Segundo Associação de Indústrias Fotovoltaicas Europeias (EPIA, 2011) o maior mercado consumidor de energia solar é a Europa, que responde por 75% do crescimento global de 2011. O país líder no uso desta tecnologia é, de longe, a Alemanha, com um mercado que já supera 25 GW, e 15 GW instalados somente no biênio 2010-2011. Por sua vez a produção mundial de módulos fotovoltaicos, que até alguns anos atrás era concentrada na Europa, hoje é predominantemente asiática: China e Taiwan juntas detêm mais de 60% da produção mundial.

Para matriz elétrica brasileira foi desenvolvido um cenário específico, modelado pelo Grupo de Energia do Departamento de Engenharia e Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, (GEPEA/USP), segundo o qual em 2050, medidas de eficiência energética reduziram a geração de eletricidade em 29% e a energia renovável seria responsável pelo suprimento de 88% da eletricidade total. A geração estaria distribuída em 38% de energia hidrelétrica (incluindo PCHs), 26% de geração a partir da biomassa, 20% de energia eólica e 4% de geração solar a partir de painéis fotovoltaicos. Neste cenário, a geração elétrica a carvão, óleo diesel e nuclear é totalmente eliminada.

As recentes dificuldades de abastecimento de gás natural e as constantes altas nos preços do petróleo são exemplos de como a decisão por combustíveis fósseis e importados encarece a matriz elétrica nacional e coloca em risco a segurança energética do país.

Sem dúvida é política e economicamente estratégica que o Brasil gere sua energia a partir de fontes limpas, renováveis e abundantes em território nacional. O governo brasileiro, ao apostar nas fontes renováveis de energia, estará inserindo o Brasil em um mercado em franca expansão, sendo um modelo descentralizado trazendo benefícios a toda população, atraindo novos empreendimentos, gerando novos postos de trabalho e aquecendo a economia.

Neste trabalho será possível conhecer as principais tecnologias de fontes renováveis de energia, principalmente na área de energia solar fotovoltaica, seus diversos usos, legislação e incentivos e mercado. O uso de painéis fotovoltaicos em áreas urbanas tanto para sistemas de geração para fins residenciais ou para alimentar pequenos sistemas, já são cada vez mais comuns nas cidades, é o caso do sistema desenvolvido para a Prefeitura do Rio de Janeiro a Ecoducha Solar, instalado na praia de Ipanema.

1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, organizada da seguinte maneira:

Capítulo 1 – Introdução: apresenta uma visão geral do objeto em estudo.

Capítulo 2 – Energia: apresenta numa abordagem rápida a matriz energética no mundo e no Brasil e tipos de energia renovável.

Capítulo 3 – *Energia solar fotovoltaica*: apresenta diferentes sistemas fotovoltaicos e seus usos.

Capítulo 4 – *Aspectos conjunturais da aplicação da energia solar fotovoltaica*: um panorama dos mercados nacional e mundial da energia solar fotovoltaica, regulamentação para micro e minigeração distribuída no Brasil e a paridade tarifária.

Capítulo 5 – *A utilização da energia solar fotovoltaica em áreas urbanas*: o projeto Ecoducha Solar.

Capítulo 6 – *Conclusões*: apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2. ENERGIA

Das mais diversas maneiras, a energia está presente em nosso dia a dia, seja no nosso próprio movimento corporal, quando acendemos um fogão ou pegamos um ônibus para o trabalho, tudo é energia. “... energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste a esta mudança” (MAXWELL-1879)

“A energia permeia todos os setores da sociedade – economia, trabalho, ambiente, relações internacionais -, assim como as nossas próprias vidas – moradia, alimentação, saúde, transporte, lazer e muito mais. O uso dos recursos energéticos nos liberou de muitos trabalhos penosos e tornou nossos esforços mais produtivos. Os seres humanos já dependeram de sua força muscular para gerar energia necessária a realização de seus trabalhos. Hoje menos de 1% do trabalho feito nos países industrializados depende da força muscular como fonte de energia”. (HINRICHS et al, 2011, p.2).

Segundo Henrichs (2011, p. 8) Originalmente, para produzir trabalho, os seres humanos substituíram ou adicionaram aos seus músculos, os animais, água e o vento. A sociedade pré-industrial já utilizava fontes de energia renovável como a água, o vento, o sol e a biomassa. A mudança para os recursos não renováveis se deu no início do século XVIII justamente na Revolução Industrial com a máquina a vapor.

Enquanto a reserva de energia fóssil quer sejam medidas, indicadas ou estimadas, são finitas e, portanto, reduzem à medida que são consumidos, os recursos energéticos renováveis são dados por fluxos naturais, como ocorre na energia solar, hidráulica, eólica, geotérmica, energia das marés e biomassa.

2.1. MATRIZ ENERGÉTICA NO MUNDO E NO BRASIL.

Uma característica específica da matriz energética brasileira que a torna diferenciada da matriz mundial é ter em sua matriz a energia elétrica de origem hídrica, mais de 80% da geração elétrica no Brasil é efetuada por hidrelétricas de grande a pequeno porte. (HINRICHS, 2011)

A figura 1 apresenta a estrutura da matriz de oferta de energia primária brasileira e a empregada na produção de eletricidade respectivamente. Como se pode observar a queima de petróleo (figura 1-1a) responde por grande parte da demanda de energia no setor de transporte no Brasil. Com programas de incentivo para utilização de etanol e biodiesel espera-se que num futuro próximo, a biomassa tenha uma contribuição significativa nesses setores.

Por outro lado, o Brasil, na figura 1-1b, tem sua matriz predominantemente hídrica, portanto renovável, mas tornando-a muito dependente de regimes de chuva.

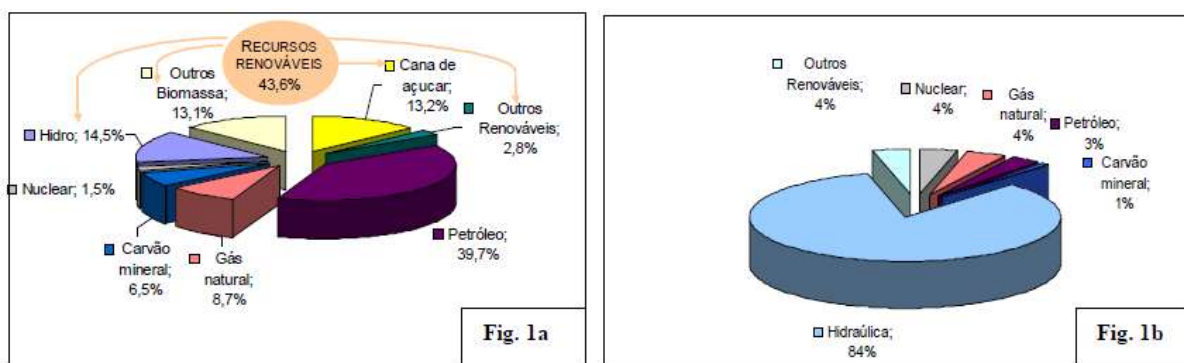
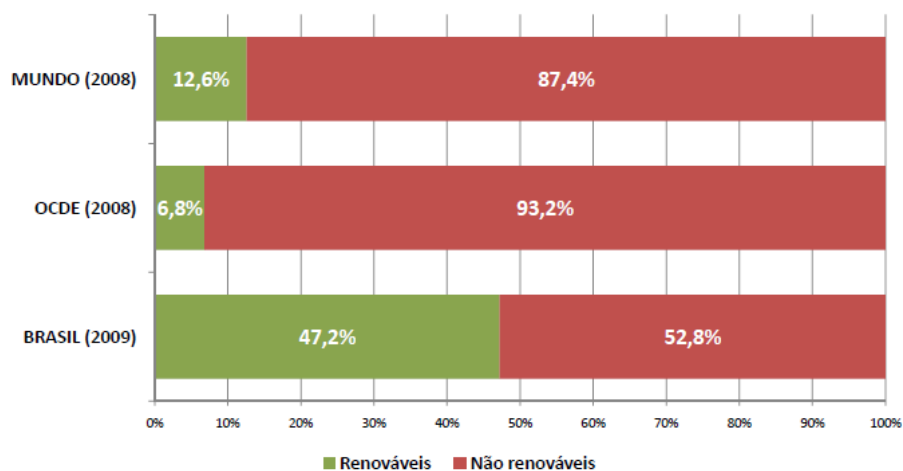


Figura 1: As figuras 1a e 1b apresentam a estrutura da matriz de oferta de energia primária brasileira e a empregada na produção de eletricidade respectivamente.

Fonte: CEPEL – 2010.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME, 2010) no gráfico abaixo se tem o comparativo de matriz energética mundial e do Brasil, colocando-o numa posição privilegiada diante dos outros países.



Fontes: Resenha Energética. MME, 2010
Key World Energy Statistics. IEA, 2008

Figura 2: Comparativo da matriz energética mundial com o Brasil

Fonte: MME, 2010

Segundo Pereira (2006) o Brasil geograficamente localiza-se na sua maior parte na região intertropical e possui grande potencial para aproveitamento de energia solar durante todo ano.

A utilização da energia solar traz benefícios em longo prazo, viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas, como por exemplo, o Programa Federal Luz Pra Todos (Figura 3), onde o custo da eletrificação pela rede convencional é demasiadamente alto com relação ao retorno financeiro do investimento, mas como apresentado na figura 1-1 b representa menos que 4%, ainda dividindo com a eólica, biomassa, biogás.



Figura 3: Programa Federal Luz pra Todos – Sertão da Bahia – SIGFI 13 COELBA
Fonte: COELBA – 2010

Existem muitas possibilidades a médio e longo prazo para aproveitamento da energia solar, que vai desde pequenos sistemas fotovoltaicos autônomos até as grandes usinas solares.

2.2. FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010), a matriz energética mundial de renovável é de cerca de 14%, comparada com o Brasil que é de 47,3%. Contudo, em muitas partes do mundo estas porcentagens estão aumentando de maneira significativa, pois muitos países têm suas metas de redução de emissão de gases do efeito estufa (GEE) e já estão inserindo estes recursos tecnológicos na sua matriz energética, como é o caso de muitos países da Europa, America do Norte e da Ásia, sendo a China, segundo empresa de consultoria em energia solar *Solarbuzz* (2011), o de maior potencial.

Pode-se observar (Figura 4) que o cenário para as energias renováveis são as melhores possíveis, principalmente em se tratando da biomassa moderna, a chamada de terceira geração e a solar. Um cenário elaborado pela empresa Shell, dá uma dimensão da relevância que a energia solar terá na matriz energética mundial no ano de 2060, representando quase 25% de toda a energia consumida no mundo.

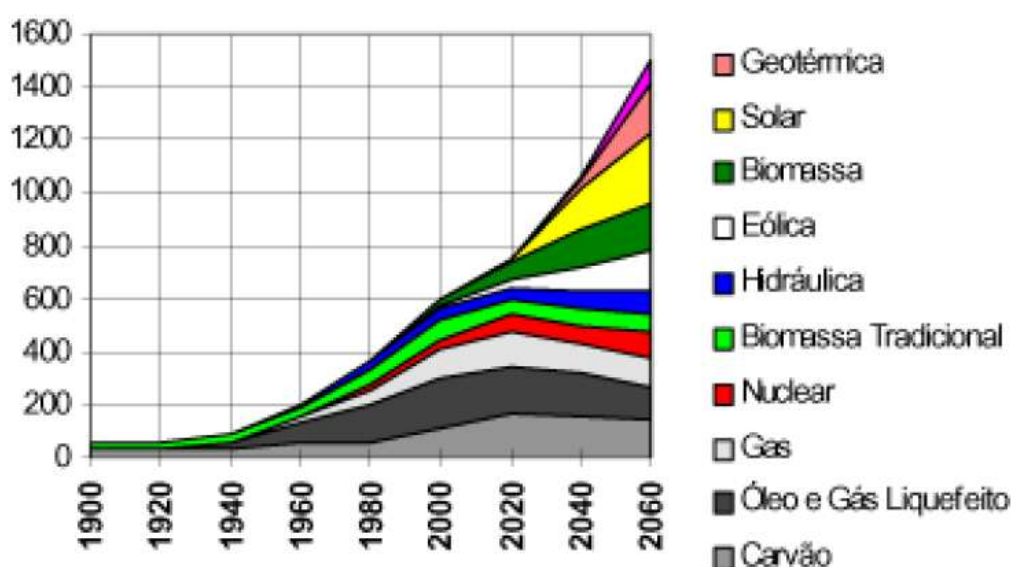


Figura 4: Cenário das fontes renováveis de energia até 2060.
Fonte: CEPTEL, 2008

Os recursos energéticos renováveis oferecem muitas vantagens para um mundo carente de energia. Com tecnologias apropriadas e alguns podendo ser controlados, eles podem ser usados de muitas maneiras com um mínimo de degradação ambiental. Quase que a totalidade da energia que é utilizada atualmente provém do sol, como: ventos, biomassa (inclusive fóssil),

quedas d'água são resultantes da radiação térmica ou luminosa desta mesma fonte, como também, as correntes marinhas.

De acordo com o World Energy Council (1993), as fontes ou recursos energéticos renováveis podem ser categorizados em eólica, solar, hídrica, pequenas centrais hidrelétricas (PCH's), biomassa, geotérmica e dos oceanos ou marés, cada uma utilizando diferentes tecnologias e características, que são as seguintes:

	Eólica	Solar	Hídrica (PCH's)	Biomassa	Geotérmica	Dos Oceanos
Opções	Turbinas eólicas de eixo vertical e horizontal e bombas eólicas.	Fotovoltaica, aquecedores solares, cilindro parabólico, torre central e disco parabólico.	Represagem e turbinas	Combustão, fermentação, digestão, gaseificação e liquefação.	Ciclos termodinâmicos a vapor e binários, magna geopressurizada.	Ciclos termodinâmicos, osciladores de onda mecânicos, represagem de maré.
Magnitude	Grande	Extremamente grande	Grande	Muito grande	Muito grande	Muito grande
Distribuição	Litoral, montanhas, planícies e oceanos.	Mundial	Mundial, montanhas	Mundial	Fronteiras tectônicas	Litoral, trópicos
Variação	Altamente variável	Depende do tempo, geração diurna, varia com as estações do ano.	Dependente da estação do ano e de regime de chuvas.	Depende do clima e da estação do ano	Constante	Depende da maré e da estação do ano.
Características ambientais	Muito limpa, impacto visual, ruído, mortalidade de pássaros.	Muito limpa.	Muito limpa, pequeno impacto ambiental.	Limpa, impactos na fauna e na flora, resíduos tóxicos.	Limpa, disposição de salmoura.	Muito limpa, impacto no meio ambiente local, impacto visual.

Figura 5: Principais características das tecnologias das fontes renováveis de energia

Fonte: World Energy Council, 1993.

“A urgente necessidade de mudança no setor energético significa que o cenário esteja baseado somente em tecnologias sustentáveis e de comprovado rendimento, como as fontes de energias renováveis e cogeração eficiente descentralizada, razão pela qual se excluem as centrais térmicas de carvão limpo e a energia nuclear”. (REVISTA ECO 21, ano XII n.125, p.29 abril 2007).

2.3. ENERGIA SOLAR

Segundo dados do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL, 2006), a energia proveniente do sol que incide na superfície terrestre é 10000 vezes superior ao seu consumo global atual de energia primária. Todas as fontes renováveis de energia, exceto a geotérmica, derivam da energia solar. O sol é fonte de energia renovável, o aproveitamento desta energia tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos os desafios do novo milênio. No chamado cinturão do sol (Figura 6), o Brasil encontra-se geograficamente numa posição muito favorável, podendo ter diversas tecnologias solares, como a solar térmica, a fotovoltaica e a heliotérmica.

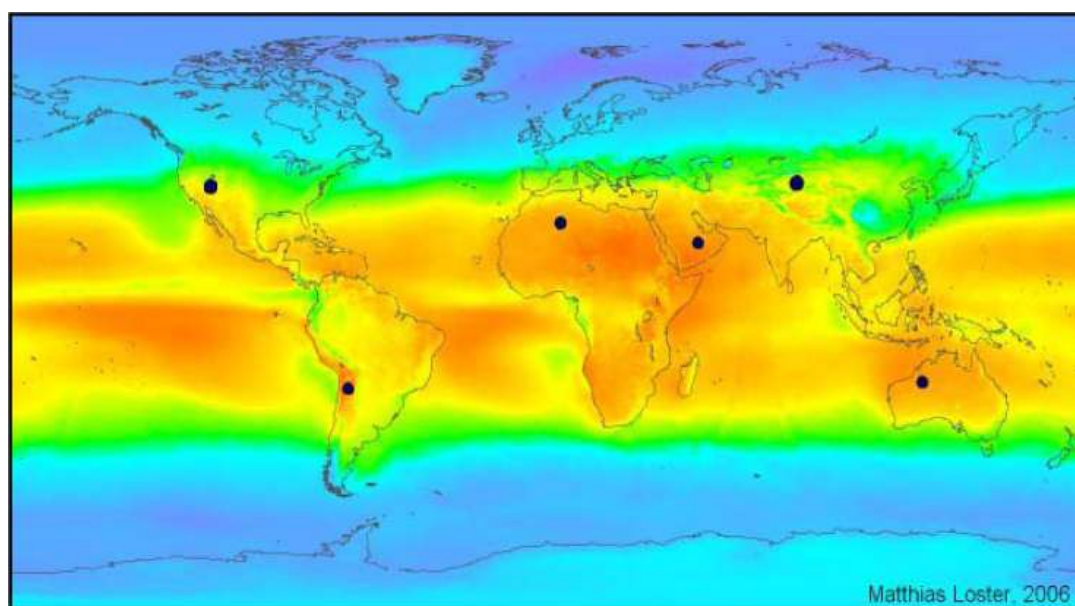


Figura 6: O chamado Cinturão do Sol localizado entre os trópicos.
Fonte: CEPEL,2007.

A energia solar é abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema. Em muitos casos, é a solução ideal para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, especialmente num país como o Brasil onde se encontram bons índices de insolação em qualquer parte do território (PEREIRA, 2006). O mapa a seguir, ilustra

exatamente as gerações elétricas de sistemas isolados no Brasil apresentados nos pontos amarelos (ANEEL,2008).



Figura 7: Os pontos amarelos indicam as centrais elétricas que compõem os sistemas fotovoltaicos isolados.

Fonte: ANEEL, Atlas de Energia Elétrica, 3ª edição. 2008.

Como o Sol emite energia em todas as direções, um pouco desta energia é despreendida, mas mesmo assim, a Terra recebe mais de 1.500 quatrilhões de quilowatts-hora de potência por ano, (CEPEL – 2007). A energia solar incidente no meio material pode ser refletida, transmitida e absorvida, conforme figura que segue.

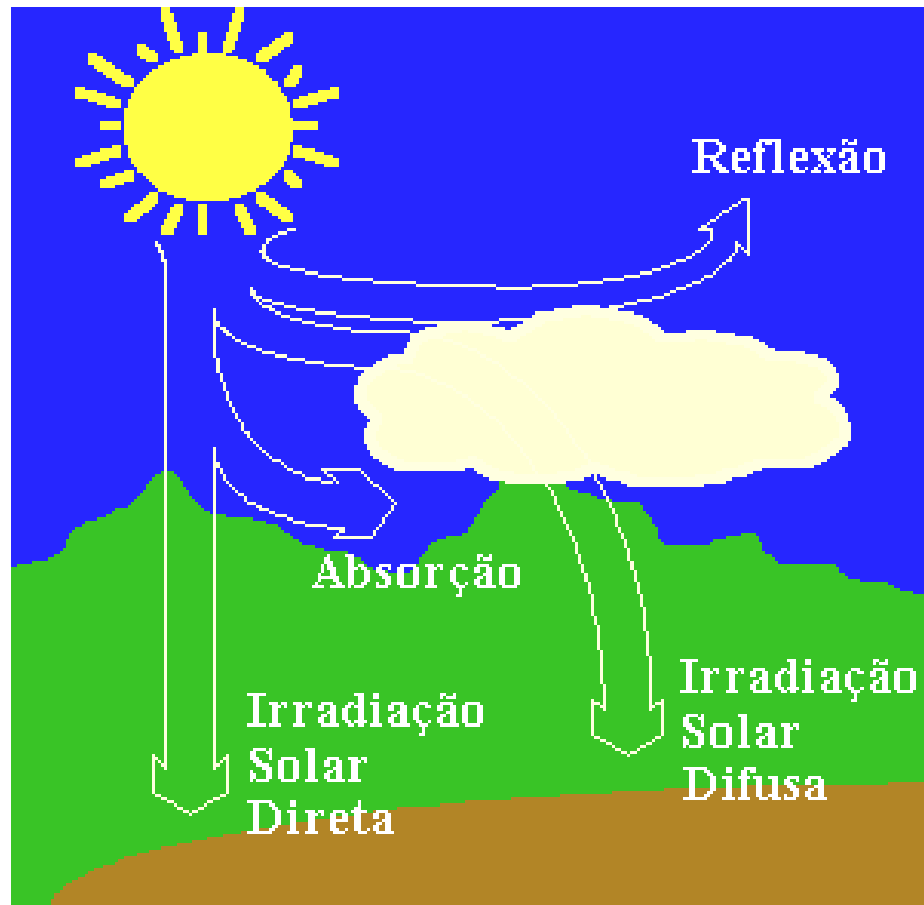


Figura 8: As diferentes direções dos raios solares.

Fonte: CEPEL, 2007.

“O planeta recebe aproximadamente 50% de radiação incidente: 21% de radiação direta e 29% após dispersão através das nuvens. A energia que deixa a superfície terrestre vem da evaporação e da condução para atmosfera (33%) e da radiação infravermelha. A maior parte da radiação infravermelha (113%) é absorvida pela atmosfera e irradiada de volta a superfície (o efeito estufa). Para se manter o equilíbrio térmico da superfície do planeta, a entrada de energia tem de ser igual a saída de energia”. (HINRICHS, 2011, P.184)

Antes de atingir o solo, as características da radiação solar (intensidade, distribuição espectral e angular) são afetadas por interações com a atmosfera devido aos efeitos de absorção e espalhamento. Estas modificações são dependentes da espessura da camada atmosférica, também identificada por um coeficiente denominado "Massa de Ar" (AM), da

distância entre o \sol e a Terra e das condições atmosféricas e meteorológicas. Além destas interações as estações do ano, períodos nublados e chuvosos, a geração apresenta uma grande variabilidade tornando-a uma fonte intermitente.

Como se pode observar no gráfico abaixo a energia solar por ser uma fonte intermitente, é passível de qualquer variação climática, portanto se durante o dia houver uma passagem de nuvens é natural que a sua geração seja comprometida. Além disso observamos que o sol às sete horas da manhã é diferente do sol das 11 horas, portanto o painel gera mais justamente na máxima insolação do dia ao meio dia. Mesmo o painel sendo de uma determinada potencia, por exemplo, 135Wp muitas vezes é possível obter um pouco mais, geralmente 5%, conforme informações de fabricantes que existe uma tolerância de geração < de 5% e > de 5% referente a sua potencia.

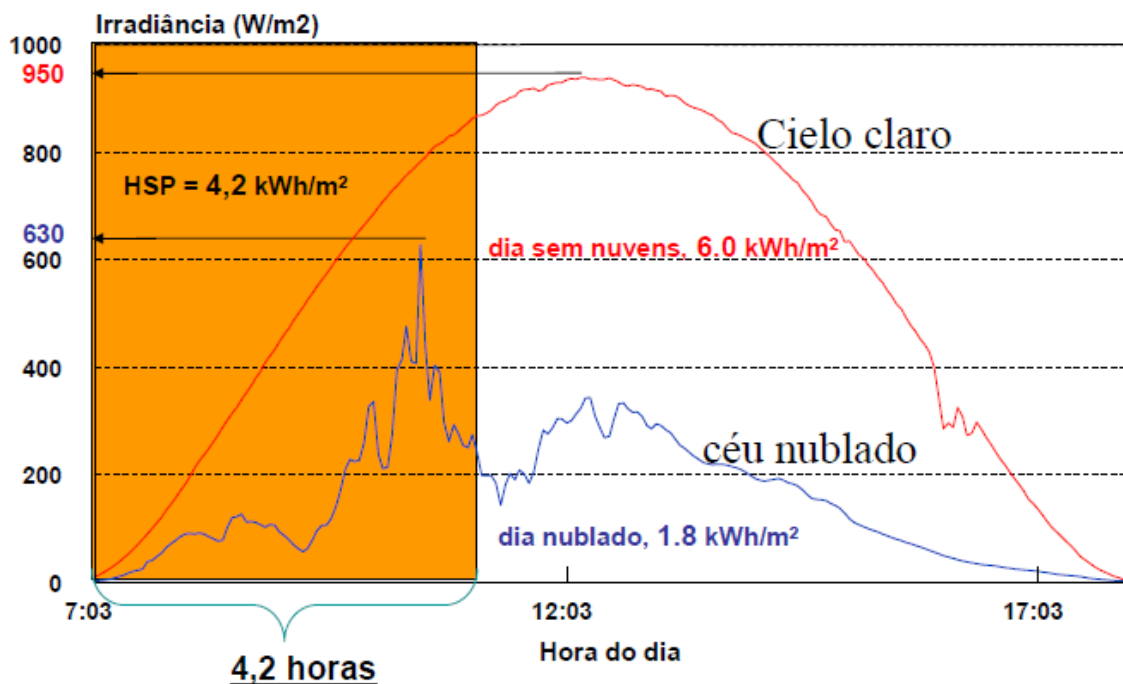


Figura 9: Comparativo e comportamento diário da radiação solar – um dia de céu nublado e um dia ensolarado.
Fonte: IEE-USP,2008

3. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Segundo Ascher (Centro de Tecnologia e Informação - CTI, IINOVA, 03/2011), a conversão de energia solar em energia elétrica foi verificada pela primeira vez por Edmond Becquerel, em 1839 onde constatou uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor quando exposto a luz. Em 1876 foi montado o primeiro aparato fotovoltaico resultado de estudos das estruturas no estado sólido, e apenas em 1956 iniciou-se a produção industrial seguindo o desenvolvimento da microeletrônica. Neste ano a utilização de fotocélulas foi de papel decisivo para os programas espaciais.



Figura 10. Satélite em órbita com painéis fotovoltaicos.

Fonte: Internet Google Imagens, 2012.

Com este impulso, houve um avanço significativo na tecnologia fotovoltaica onde se aprimorou o processo de fabricação, a eficiência das células e seu peso. Com a crise mundial de energia de 1973/74, a preocupação em estudar novas formas de produção de energia fez com a utilização de células fotovoltaicas não se restringisse somente para programas

espaciais, mas que fosse intensamente estudado e utilizado no meio terrestre para suprir o fornecimento de energia, principalmente para programas militares em áreas remotas.

Um dos fatores que impossibilitava a utilização da energia solar fotovoltaica em larga escala era o alto custo das células fotovoltaicas. As primeiras células foram produzidas com o custo de US\$600/Wp para o programa espacial.

Com a ampliação dos mercados e várias empresas voltadas para a produção de células fotovoltaicas, o preço tem reduzido ao longo dos anos podendo ser encontrado hoje, para grandes escalas, o custo médio de US\$ 1,00/Wp ou menos. Com a queda de preços no mercado o setor que mais ganhou escala tanto em fabricação como na capacidade instalada foi a energia solar fotovoltaica (Figura 11), principalmente em sistemas conectados a rede, segundo a Rede de Políticas de Energia Renovável para o século 21,(REN21, 2008).

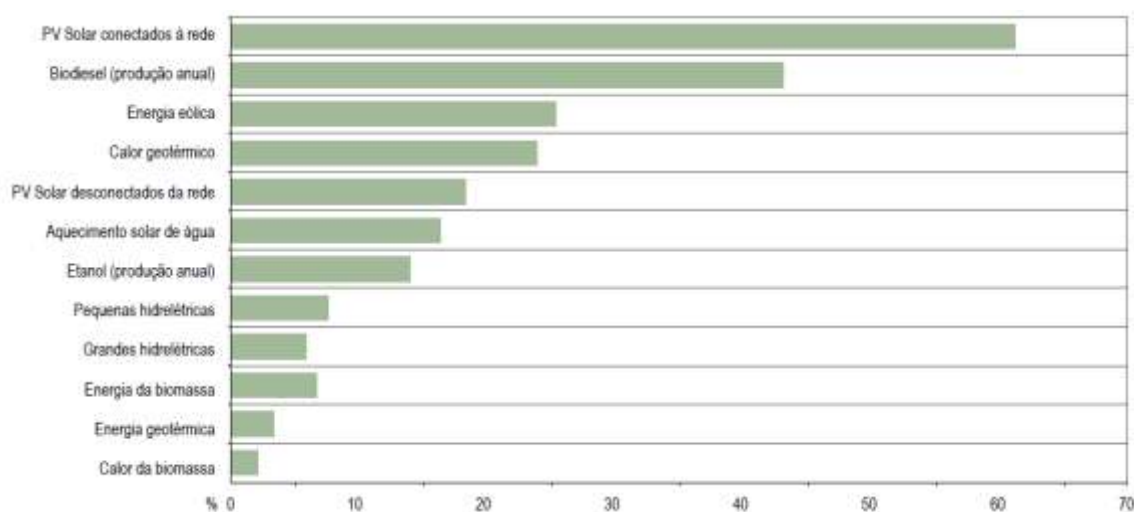


Figura 11: Taxas médias de crescimento anual da capacidade de energia renovável

Fonte: REN21, 2008.

3.1 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

Segundo o Centro de Pesquisas em Energia (CEPEL, 2010) um sistema fotovoltaico pode ser classificado em três categorias distintas:

- a) Sistemas isolados.

- b) Híbridos.
- c) Conectados a rede.

Os sistemas obedecem a uma configuração básica onde o sistema deverá ter uma unidade de controle de potência e também uma unidade de armazenamento. Veja a seguir os tipos possíveis de sistemas.

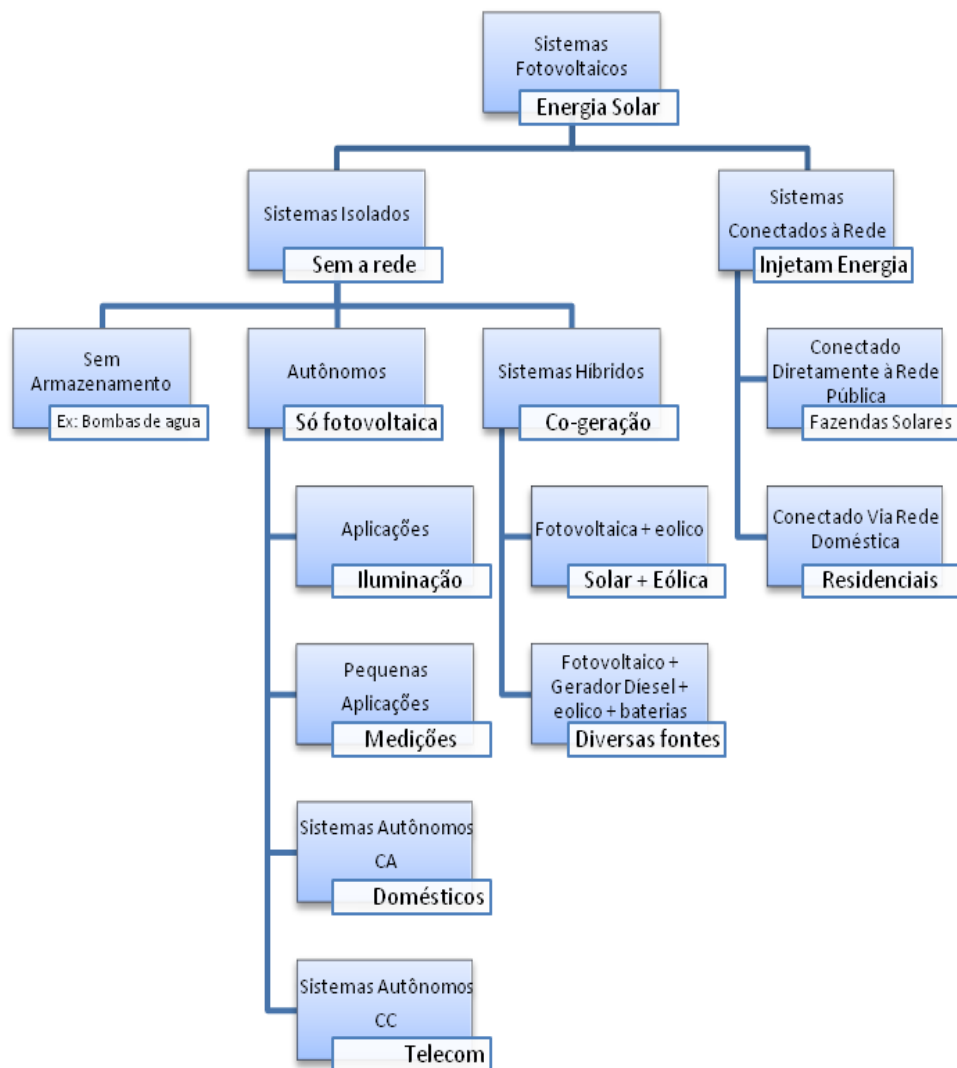


Figura 12: Tipos de sistemas possíveis com geração solar.
Fonte: Blue-Sol Energia Solar, 2011.

3.2 SISTEMAS ISOLADOS.

Sistemas isolados, em geral, utiliza-se alguma forma de armazenamento de energia. Este armazenamento pode ser feito através de baterias, quando se deseja utilizar aparelhos elétricos ou armazena-se na forma de energia gravitacional quando se bombeia água para tanques em sistemas de abastecimento. Alguns sistemas isolados não necessitam de armazenamento, que é o caso da irrigação (Figura 13) ou como a Ecoducha Solar (Figura 14), apresentada no Capítulo 5, onde toda a água bombeada, é diretamente consumida ou estocadas em reservatórios.



Figura 13: Sistema de bombeamento de água- Valente – Bahia.
Fonte: USP-IEE, 2010.



Figura 14: Ecoducha Solar Blue-Sol – Ipanema – R.J.
Fonte: Arquivo pessoal, 2011.

Em sistemas que necessitam de armazenamento de energia em baterias, usa-se um dispositivo para controlar a carga e a descarga da bateria, o controlador de carga (Figura 15) que tem como principal função não deixar que haja danos na bateria por sobrecarga ou

descarga profunda. O controlador de carga é usado em sistemas pequenos, onde os aparelhos utilizados são de baixa tensão e corrente contínua como apresentado na figura abaixo.



Figura 15: Exemplo de controlador (esq.) e baterias estacionárias (dir).
Fonte: Kyocera, 2010.

Para alimentação de equipamentos de corrente alternada, quer dizer em 127 V ou em 220 V (60Hz) é necessário um inversor (Figura 16), que liga a bateria com o equipamento a ser utilizado, por exemplo uma televisão (Figura 17).



Figura 16: Exemplo de inversor
Fonte: Kyocera, 2010.

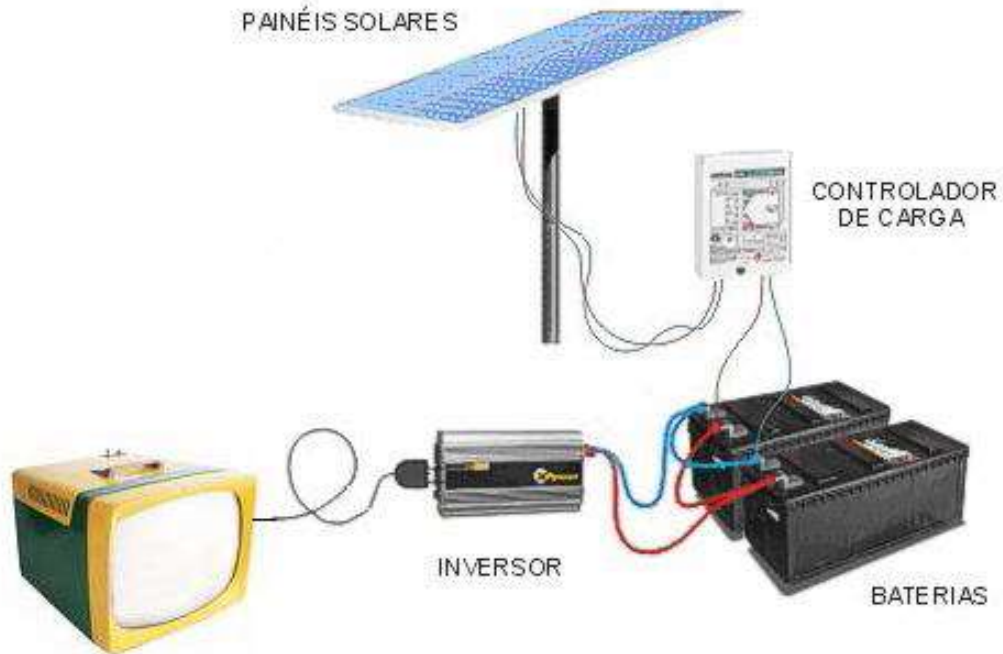


Figura 17: Esquema de um sistema isolado
Fonte: Kyocera, 2010.

3.2.1 PROGRAMA LUZ PARA TODOS.

Com prazo para acabar em 2008 (MME, 2007), o Programa Luz para Todos atendeu 6,6 milhões de brasileiros até agora, segundo o Governo Federal e o Ministério de Minas e Energia. Foram investidos quase R\$ 6 bilhões desde o início do programa, a meta inicial do Programa Luz para Todos de atender dois milhões de domicílios até o fim de 2008 pode ser estendida para três milhões, incluindo domicílios isolados e não isolados (Figura 18).



Figura 18: Comunidades atendidas dentro do Programa Luz para Todos com energia solar.
Fonte: COELBA, 2009.

O abastecimento elétrico das comunidades isoladas aproveitará ações de outros programas do Ministério de Minas e Energia, como o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM), que levou equipamentos de fontes limpas de eletricidade, como a energia solar (Figura 19) a áreas não atendidas pela rede convencional e o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), que visa ampliar a geração de energia a partir de fontes eólicas, hidráulicas, e também pela queima de biomassa.

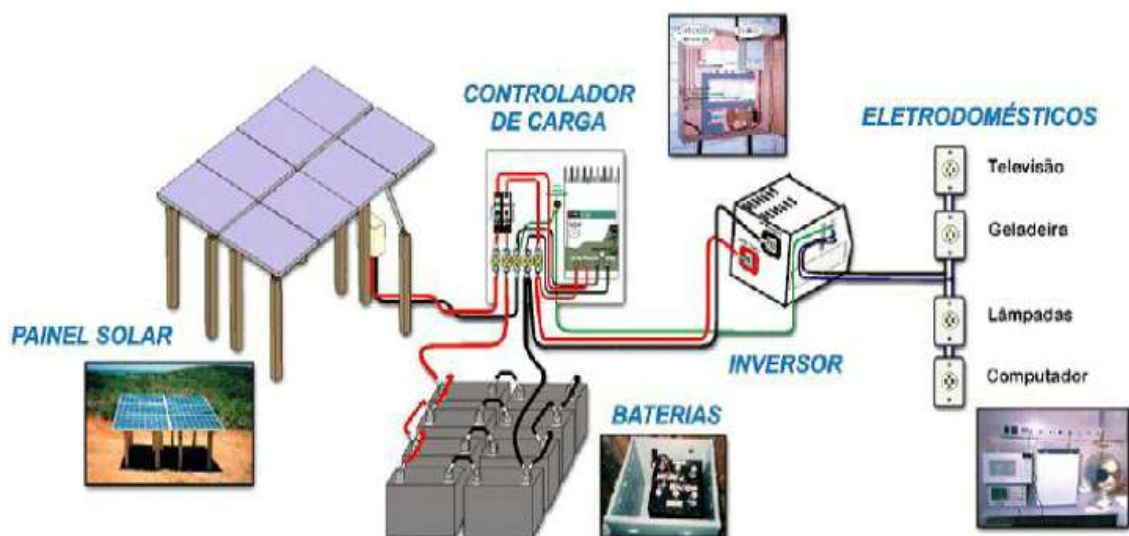


Figura 19: Esquema de um sistema isolado no Programa Luz para Todos.
Fonte: CEPTEL, 2010.

Respeitando a Resolução N° 83 da Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que determinou cinco tipos de consumo (Figura 20) para atender o Programa Luz para Todos, chamado de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes (SIGFI), a classificação e disponibilidade de atendimento do SIGFI são feita por pesquisa de campo pelas próprias concessionárias que identificam o perfil de cada consumidor (Figura 20).

Classes de Atendimento	Consumo Diário de Referência (Wh/dia)	Autonomia mínima (dias)	Potência Mínima Disponibilizada (W)	Disponibilidade Mensal Garantida (kWh)
SIGFI13	435	2	250	13
SIGFI30	1000	2	500	30
SIGFI45	1500	2	700	45
SIGFI60	2000	2	1000	60
SIGFI80	2650	2	1250	80

Figura 20: Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes - SIGFI.
Fonte: ANEEL, 2010.

A seguir apresentamos o consumo típico e consequente curva de carga típica para atendimento por um SIGFI 80, que é o sistema de maior potência no Programa Luz para Todos:

EQUIPAMENTOS	Quant.	Potência (Watts)	Potência Total (Watts)	Horas de operação por dia	Energia Consumida (W/h/dia)
Lâmpadas fluorescentes	03	11	33	3	99
Ventilador	01	30	30	1	30
Rádio	01	20	20	3	60
TV 14"	01	64	60	3	180
Parabólica	01	15	15	3	45
DVD	01	10	10	0,5	05
Geladeira Eficiente Procel RC 28	-01	80	80	24	600
Outros eventuais	01		252	Poucos minutos	20
Total de Consumo			500		1.039

Figura 21: Consumo por carga de um SIGFI 80

Fonte: Kyocera, 2010.

3.3 SISTEMAS HÍBRIDOS.

Sistemas híbridos ou as mini redes são aqueles que, desconectado da rede convencional, apresenta várias fontes de geração de energia como, por exemplo: turbinas eólicas, geração diesel, módulos fotovoltaicos (Figura 22), entre outras. A utilização de várias formas de geração de energia elétrica torna-se complexo na necessidade de otimização do uso das energias. É necessário um controle de todas as fontes para que haja máxima eficiência na entrega da energia para o usuário.



Figura 22: Exemplo de um sistema híbrido.
Fonte: COELBA, 2010.

Em geral, os sistemas híbridos são empregados para sistemas de médio a grande porte, vindo a atender um número maior de usuários. Por trabalhar com cargas de corrente contínua, o sistema híbrido também apresenta um inversor. Devido a grande complexidade de arranjos e multiplicidade de opções, a forma de otimização do sistema torna-se um estudo particular para cada caso.

Há, no entanto sistemas pequenos (Figura 23) que em regiões onde há sol e vento, um sistema solar de iluminação pode ser uma alternativa, principalmente em regiões onde a

passagem de cabos de energia pode se tornar uma complicador, tanto financeiro como para questões ambientais, como praias, parques e reservas.



Figura 23: Exemplo de um sistema híbrido, eólico e solar.
Fonte: Google, 2012.

3.4 SISTEMAS INTERLIGADOS A REDE OU CONECTADOS A REDE.

Estes sistemas utilizam grandes números de painéis fotovoltaicos, e não utilizam armazenamento de energia, como baterias, pois toda a geração é entregue diretamente na rede, no caso do Brasil poderíamos considerar os nossos reservatórios das usinas hidrelétricas como um banco de baterias.

Neste caso o sistema representa uma fonte complementar ao sistema elétrico de grande porte ao qual esta conectada a rede (Figura 24). Todo o arranjo é conectado em inversores e logo em seguida guiados diretamente na rede. Estes inversores devem satisfazer as exigências de qualidade e segurança para que a rede elétrica não seja afetada.



Figura 3.24: Esquema de um sistema conectado a rede.
Fonte: Zilles, USP

A grande vantagem é que a geração de energia fotovoltaica em áreas urbanas é que está próximo ao consumidor final (Figura 25), minimizando as perdas técnicas, deixando de sobrecarregar as linhas de transmissão e distribuição. É o caso dos sistemas do CEPEL e da USP, que geram energia no próprio ponto de consumo.

3 kW, IEE-USP, São Paulo

16 kW, CEPEL, Rio de Janeiro



Figura 3.25: Exemplos de sistemas conectados à rede no Brasil
Fonte: USP – IEE, 2010.

Os sistemas conectados a rede sejam eles apenas, solar, eólico ou mesmo híbridos, já contam com uma nova tecnologia, chamadas redes inteligentes em inglês *Smart Grids*.

Algumas cidades brasileiras já estão aderindo, em fase de teste, este sistema inteligente de gerenciamento de energia, é o caso de Sete Lagoas – M.G. desenvolvido pela Companhia de Energia Elétrica de Minas Gerais (CEMIG) e a cidade de Búzios pela companhia de energia elétrica AMPLA. O grande “gancho” do *Smart Grid* é que tanto o consumidor final quanto a concessionária podem gerenciar a demanda ou a entrega de energia, otimizando o sistema e, sem dúvida, gerando uma grande economia para ambas as partes.

Segundo a revista *National Geographic* (2011), as cidades no mundo evoluíram nos últimos 200 anos, mostrando que grande parte da população mundial já habita os grandes centros (Figura 26). No início do século XX, raras eram os centros urbanos com mais de 1 milhão de habitantes. Hoje megalópoles com mais de 10 milhões de habitantes são comuns. Conta-se nada menos que 21 delas, todas nas regiões em desenvolvimento da Ásia, da África e da América Latina. Além disso há regiões metropolitanas que formam imensos conglomerados urbanos; China, Índia e África Ocidental têm áreas que, assim, abrigam, cada uma, mais de 50 milhões de pessoas.

Para cidades como estas, os sistemas fotovoltaicos seriam uma vantagem, gerando energia e abastecendo no próprio ponto de consumo e utilizando áreas já existentes para a instalação dos painéis fotovoltaicos.

Ascensão das cidades - cidades com mais de 1 milhão de pessoas				
Ano	1800	1900	1950	2010
N. Cidades	3	16	74	442

Figura 3.26: Cidades com mais de 1 milhão de pessoas.
Fonte National Geographic – Brasil .Editora Abril. Jan.2012p. 53

A grande vantagem dos sistemas conectados a rede é que na maioria dos países que utilizam esta tecnologia se beneficiam de subsídios, linhas de crédito para a compra do sistema e a venda de energia excedente. Portanto de consumidor final ele passa também a ser um produtor de energia com a vantagem de comercializar no mercado.

3.4.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INTEGRADOS A ARQUITETURA

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica tendem a ser vistos no Brasil ainda como solução pouco realista, segundo Tolmasquim (EPE, 2010), dada à desproporção dos custos quando comparados aos da geração convencional, no nosso caso a hídrica.

Esta realidade decorre do desnível cambial e do peso de sobretaxas públicas e privadas no processo de importação e da ausência de uma política nacional de incentivo. No entanto, considerando os promissores benefícios energéticos, a arquitetura poderia trazer sentido à ideia ao incorporar critérios ambientais e mercadológicos.

A utilização de sistemas fotovoltaicos integrados a arquitetura está inserida numa concepção peculiar de projeto, como podemos ver nas figuras abaixo. Um novo conceito tecnológico voltado para a sustentabilidade energética dos edifícios cria o momento para uma proposta estética, refletindo o seu tempo. Essa tendência se espalha pelo mundo demonstrando uma nova postura por parte dos arquitetos, empreendedores, governos e mercado.

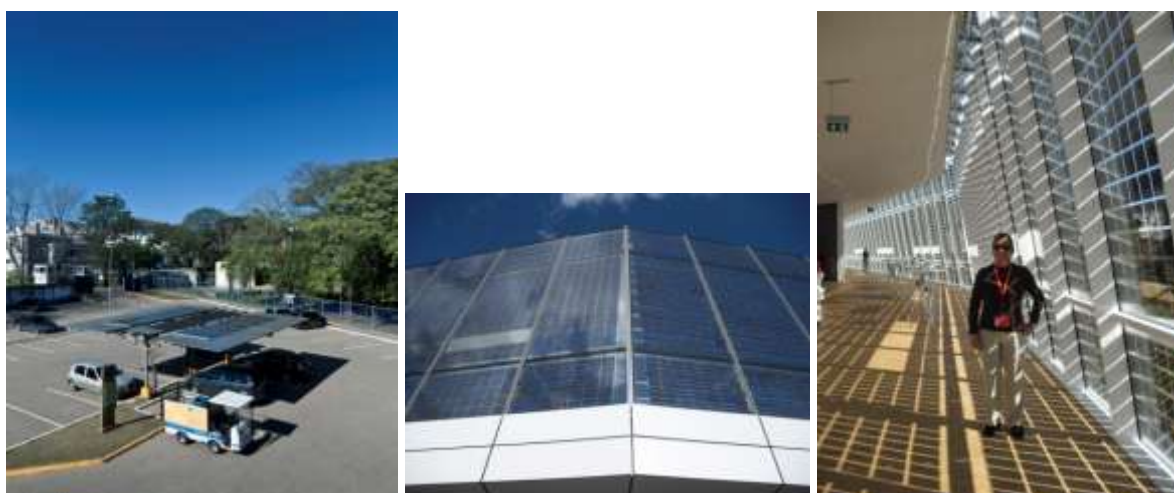


Figura 3.27: Exemplos de sistemas fotovoltaicos integrados a arquitetura - Solar Park (Porto Alegre – RS) e Solar Academy – SMA (Kassel- Alemanha)
Fonte: arquivo pessoal Isabelle de Loys, 2011.

Conceitualmente, esse sistema não apenas produz eletricidade, mas é parte integrante da edificação. O seu elemento mais marcante é o módulo fotovoltaico que em disposição matricial, lado a lado, forma uma composição a ser instalada no exterior da construção.

As grandes vantagens da utilização do sistema são:

- a) Possibilidade de aproveitamento de superfícies já construídas e impermeabilizadas, dispensando o uso de novas áreas naturais.
- b) Dispensando o investimento em estrutura de fixação para produzir energia.
- c) A instalação é dimensionada para consumo local, reduzindo as perdas de distribuição e transmissão.
- d) Ao atuar simultaneamente como acabamento, material de vedação e elemento de produção energética, o sistema reflete a consciência dos sérios problemas ambientais associados à geração e ao uso da energia e a preocupação com a sustentabilidade.

A utilização dessa tecnologia em edificações criou um nicho na arquitetura mundial, direcionando a especialização de profissionais para a integração dos sistemas fotovoltaicos ao projeto, principalmente para àqueles que buscam certificações como LEED.

“Em um país com dimensões do Brasil, o setor elétrico dominado pelo paradigma de geração centralizada pode começar se beneficiar e a abrir espaço a tecnologias de geração distribuída como a solar integrada a edificação urbana e conectada a rede elétrica, que gera energia junto ao ponto de consumo. Com a geração solar em telhados urbanos, perdas de energia e investimentos no sistema de transmissão e distribuição de energia são evitadas. Além disto estas micro usinas não inundam áreas nem ocupam espaços exclusivos, já que estão integradas a edificações”.

(RUTHER, R., ZILLES R., 2010)

Além dos painéis tradicionais fotovoltaicos, com formato retangular, a indústria já fornece painéis flexíveis ou rígidos em diversos tamanhos, cores e texturas, permitindo ou não a entrada parcial de luz natural no interior do edifício.

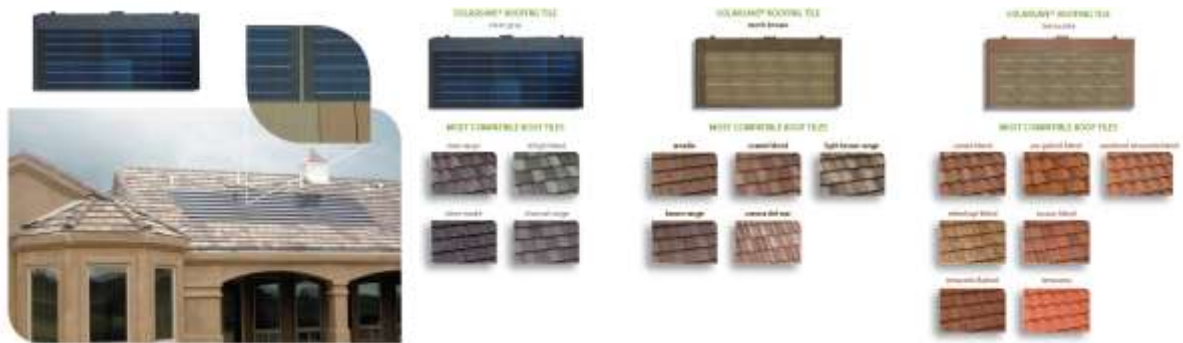


Figura 3.28: Exemplos de telhas em diferentes cores.
Fonte: Solar safe roofing tile

São agrupados em duas categorias principais: sistemas para fachadas e coberturas. Os primeiros correspondem aos vidros laminados e coloridos e às peles de vidro. Os sistemas para telhados incluem telhas, coberturas metálicas, claraboias e sistemas de proteção contra insolação (Figuras 29 e 30).



Figura 3.29: Exemplo de laminados de vidros fotovoltaicos.
Fonte: SolarSafe



Figura 3.30: Exemplos de fachadas e coberturas.
Fonte: Internet Google Imagens.

3.5 DIVERSOS USOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Além do uso na arquitetura os painéis fotovoltaicos podem ser utilizados nos mais diversos segmentos, desde iluminação pública, mobiliários urbanos, na indústria de óleo e gás, transporte, telecomunicação, sinalização marítima, terrestre e aérea e em transmissão de dados, como a seguir:

a) Iluminação

O sistema fotovoltaico pode ser utilizado na iluminação pública residencial, sinalização férrea, marítima, semafórica, de estradas, aérea, em pontos de ônibus e outdoors. Dentre estas, a iluminação pública, tem um apelo interessante em áreas urbanas, pois reduz o uso de materiais, por exemplo, cabos de cobre, eliminando os gastos com a infraestrutura do cabeamento poste a poste e possíveis furtos de cabo.

Por ser um sistema autônomo, não há consumo de energia da rede, eliminando qualquer sobrecarregamento nos cabos de transmissão, além disso garante segurança de energia, pois qualquer interrupção da rede os postes solares continuam a funcionar e em se

tratando de iluminação pública este é um fator importantíssimo. Esta solução só passou a ser viável utilizando luminárias a de Diodo de Emissor de Luz (LED), por ser mais eficiente, de baixo consumo e uma vida útil de no mínimo 50.000 horas até 100.000 a economia já se faz no momento de sua instalação.

Segundo a RIOLUZ - RJ, uma luminária LED de 56Watts pode ser substituída perfeitamente por uma de vapor de sódio de 150Watts.

No Brasil muitas empresas já trabalham com este tipo de solução, podem-se ver em rodovias, condomínios e estacionamentos.



Figura 3.31: Poste solar e eólico – Greenpower – Cidade do Rock, Rio de Janeiro.
Fonte: arquivo pessoal, 2012



Figura 3.32: Iluminação de Outdoors, pontos de ônibus, sinalização férrea e de estradas.
Fonte: internet Google Imagens, 2012.

b) Proteção catódica

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), os sistemas de proteção catódica são a maneira mais eficiente de proteger da corrosão estruturas enterradas ou imersas, sendo amplamente utilizados em dutos para transporte de água, gás e derivados de petróleo, assim como em grandes estruturas metálicas. Por meio de retificadores de corrente, é aplicada uma corrente elétrica na estrutura metálica a ser protegida, garantindo assim sua integridade. Na ausência de um sistema de proteção catódica ou no caso de seu mau funcionamento, toda a estrutura enterrada ou imersa fica sujeita à agressividade do meio, podendo sofrer um forte processo corrosivo com consequências catastróficas.



Figura 3.33: Proteção da tubulação no setor de óleo e gás.
Fonte: Kyocera, 2010.

c) Freezer para vacinas

Os freezers para vacinas são muito utilizados em regiões remotas longe da rede elétrica e de postos de saúde para atender comunidades que precisam ter estoques de vacinas, neste caso a energia solar alimenta uma geladeira apropriada para este sistema.



Figura 3.34: Freezer especial para conservar vacinas e um nômade com uma geladeira portátil.
Fonte: Kyocera, 2010.

d) Meios de Transportes

Um exemplo de sucesso que começou em 2008 na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo Polo Náutico sob o comando do professor do Departamento de Engenharia Naval e Coordenador do Laboratório Polo Náutico Fernando Antônio Sampaio Amorin, que decidiu participar de uma competição internacional – *Frisian Solar Challenge* - para pequenos barcos com propulsão elétrica acionada por módulos fotovoltaicos e baterias, realizado na Holanda a cada dois anos nos canais da província de Frisia.

Reúnem equipes das principais universidades europeias, centros de pesquisa, empresas de navegação e escolas técnicas. Com o sucesso da equipe brasileira neste evento, possibilitou a organização de uma competição nacional – Desafio Solar Brasil 2009 – e que vem acontecendo uma vez por ano em Parati, neste evento as competições são feitas pelas Universidades Brasileira.



Figura 3.35: Desafio solar Brasil – 2009 – embarcação utilizando painéis fotovoltaicos.
Fonte: UFRJ, 2009.



Figura 3.36: Diversos meios de transporte com sistema fotovoltaico.
 Fonte: internet Google Imagens, 2012.

e) Telecomunicações

Até o presente momento o setor de telecomunicação no segmento fotovoltaico é o segundo mais importante, perdendo apenas para o Programa Federal Luz para Todos, mantendo o Brasil ainda com um perfil de mercado de sistemas isolados, conforme dados da empresa japonesa fabricante de painéis fotovoltaicos Kyocera.

De forma adicional, a atual legislação vigente (Decreto 4.769/2003) estabelece o Plano Geral de Metas para Universalização (PGMU), que objetiva possibilitar o acesso de qualquer pessoa ou instituição a serviços de telecomunicações, independente de sua localização e condições socioeconômica. Desse modo, todas as localidades com mais de 100 habitantes que ainda não foram atendidas com linhas telefônicas, devem dispor de pelo menos um Telefone de Uso Público (TUP) instalado em local acessível 24 horas por dia. Neste contexto, em localidades não eletrificadas a opção fotovoltaica apresenta-se como alternativa energética promissora.



Figura 3.37: Alguns TUP's em lugares remotos alimentados por sistemas fotovoltaicos.
 Fonte: Embratel, 2011.

4. ASPECTOS CONJUNTURAIS DA APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Neste capítulo serão apresentados o atual cenário do mercado nacional e internacional desta tecnologia, traçando um perfil de um Brasil que vem estudando formas de subsídios e incentivos que permitam esta tecnologia emplacar ou fazer parte, mesmo de um pequeno percentual da matriz elétrica do país.

4.1. A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MERCADO MUNDIAL

Segundo a empresa internacional de consultoria *Solarbuzz* (2012) na última década a tecnologia fotovoltaica emergiu no panorama mundial como uma das tecnologias mais promissoras para a geração de energia elétrica. Dos 1.790 MW instalados em 2000, o mercado cresceu para 22.878 MW em 2010 como mostra o gráfico abaixo, um crescimento robusto que tende a continuar nos próximos anos (Figura 38). A Europa é a líder no segmento, cerca de 16 GW de capacidade instalada em 2009 (70% da potência acumulada mundial) — com Japão (2,6 GW) e Estados Unidos (1,6 GW) em seguida. A China desponta como a mais nova potência entrando no mercado e existe a expectativa de que se torne um dos principais *players* nos próximos anos tanto de produção quanto de geração instalada.

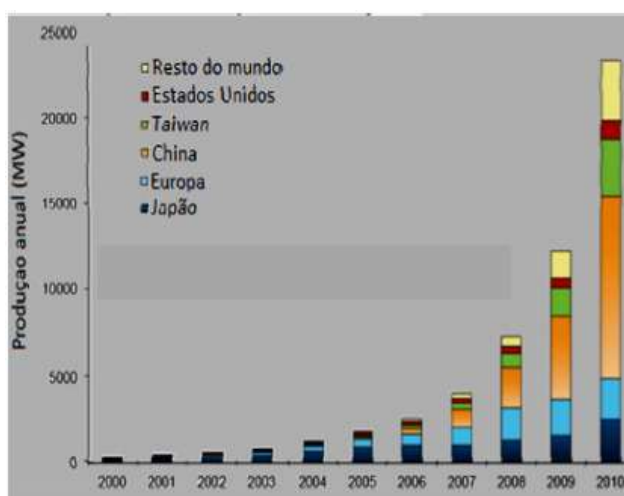


Figura 4.38: Produção de módulos, 2010.

Fonte: COGEN, 2012.

Vale ressaltar que apesar de toda a crise mundial iniciada em 2008 a produção aumentou significativamente, confirmando um estudo feito pela BSW que foi o setor que mais gerou empregos nos últimos anos, conforme podemos analisar na Figura 39.

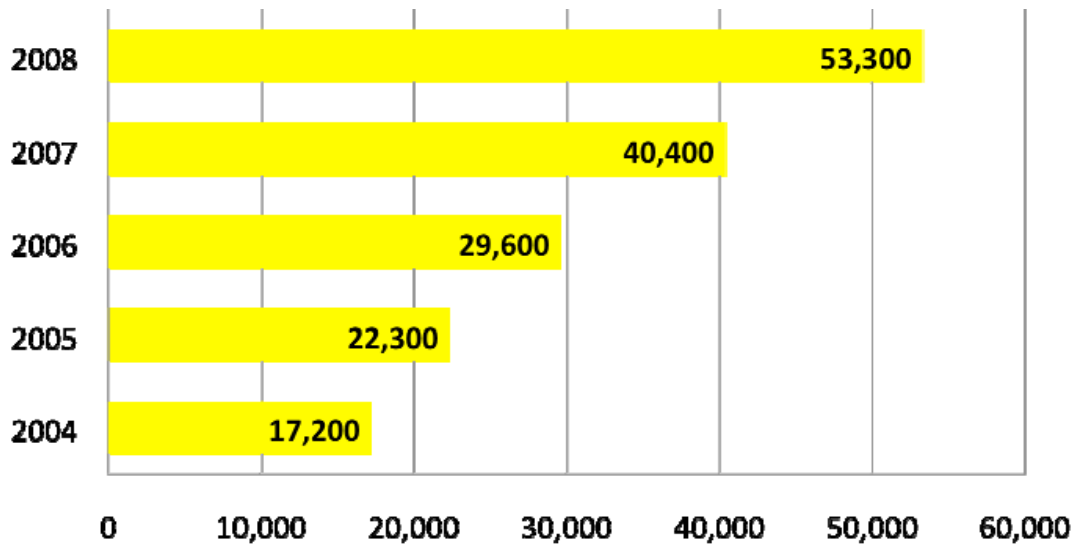


Figura 4.39: Quantidade de empregos gerados na Alemanha.

Fonte: BSW, 2009.

O mercado fotovoltaico concentra-se basicamente na Europa, região onde há 20 anos iniciava programas de incentivo para a geração solar fotovoltaica para fins residenciais e para grandes usinas. A Alemanha continua no topo liderando o mercado desde então, perdendo apenas no cenário atual para a Itália e República Checa, que antes era liderada pela Espanha.

Tamanho do mercado	18.23 GW
Crescimento do mercado ano/ano	139%
Produção de células fotovoltaicas	20.5 GW
Lucro da industria solar	\$ 82B
Os três maiores mercados	Alemanha, Itália e Rep. Checa

Figura 4.40: Panorama do mercado global fotovoltaico – 2010.

Fonte: Solarbuzz, 2012.

Como podemos observar na figura abaixo dentre os dez maiores mercado fotovoltaico do mundo seis países são da Europa, liderado pela Alemanha.

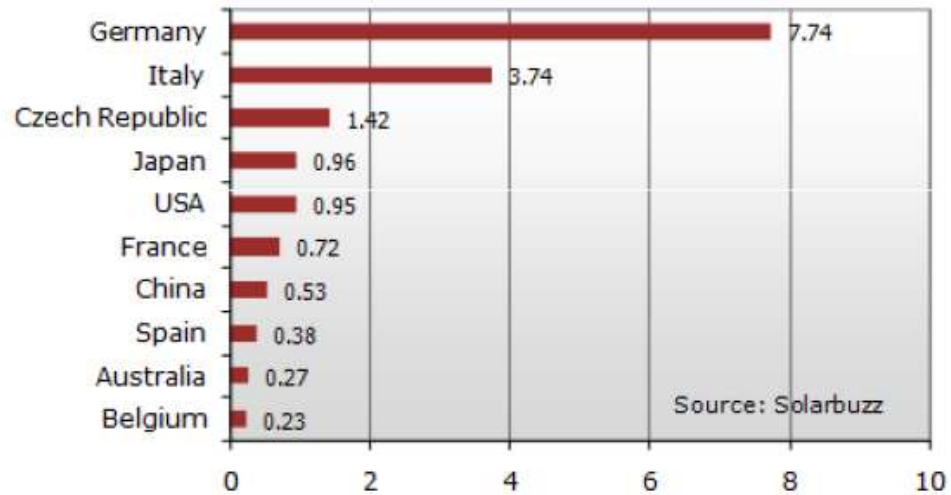


Figura 4.41: Os 10 maiores países no mercado fotovoltaico em 2010.
Fonte: Solarbuzz Marketbuzz 2010

Na figura abaixo, tem-se o raio-x dos dois tipos de sistema utilizados no mundo, é claro que esta é uma realidade da Europa, dos países do Norte da América e dos Asiáticos. Já no Brasil o gráfico seria o inverso, o principal mercado são os sistemas isolados e agora está surgindo os sistemas conectados a rede.

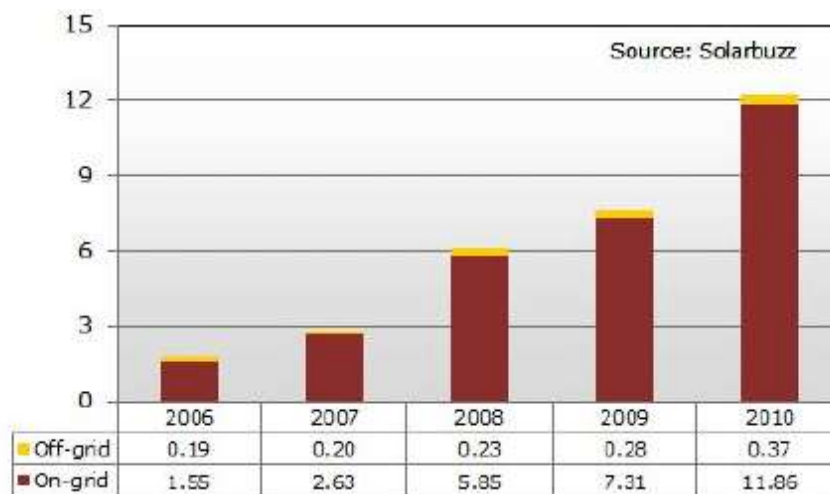


Figura 4.42: Mercado Fotovoltaico segmentado por aplicação – sistema isolado (*off grid*) e sistema conectados a rede (*on grid*).

Fonte: Solarbuzz, 2010 Marketbuzz.

Como todo o mercado, ele só se desenvolve se há viabilidade econômica, e no caso dos preços dos painéis solares é o que vem acontecendo, o preço vem despencando, justificando ainda mais a sua utilização seja em pequena escala ou em grande escala.

Conforme KELMAN, (2012) da empresa de consultoria PSR os valores oficiais chegam a custar \$1,25 o Wp, mas sabe-se que já podem ser comercializados a menos de \$1,00.

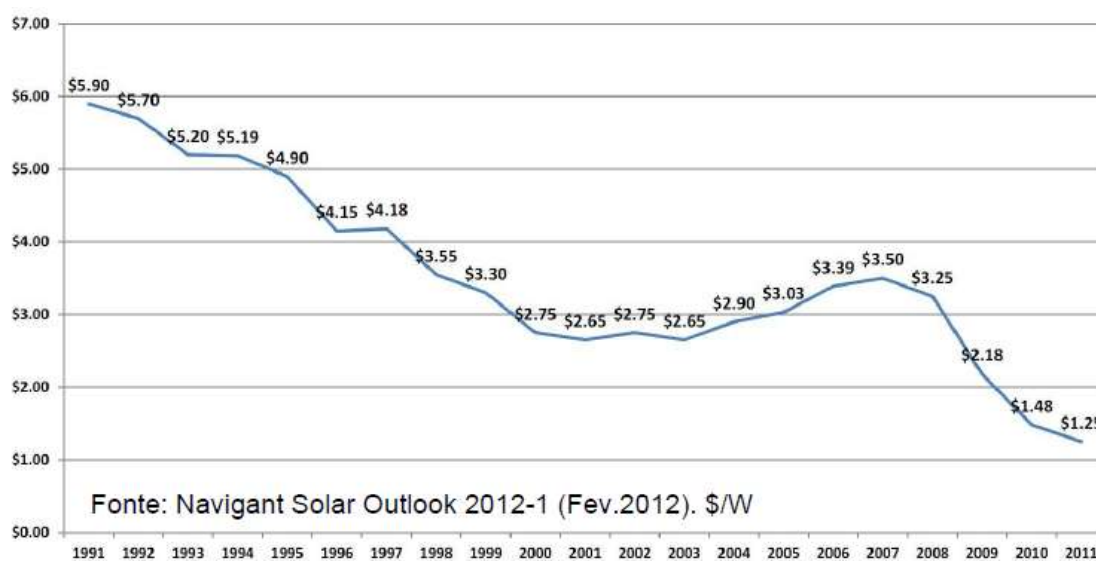


Figura 4.43: Redução de preços dos módulos fotovoltaicos nos últimos 10 anos.

Fonte: PSR, 2012.

“Entre o final de 2008 até o final de 2009, o preço do módulo fotovoltaico caiu cerca de 50%, uma vez que o segmento industrial fotovoltaico — desde o fabricante do silício grau solar até o de montagem de painéis — tinha feito pesados investimentos na ampliação da produção. Com a crise, houve um excesso de oferta de equipamentos, o que resultou na redução do preço do módulo fotovoltaico.” (KELMAN, 2012)

Com a redução do preço do módulo fotovoltaico, caiu também o valor em dólar que foi investido na ampliação da produção, e o desempenho financeiro do investimento em solar caiu.

Outro fator que impactou a indústria da energia solar foi à situação do mercado na Espanha, que reduziu substancialmente os incentivos de mercado para apoio à energia solar fotovoltaica em 2009.

Embora a crise econômica mundial tenha impactado os investimentos no setor de energias renováveis, que apresentou uma redução de 7%, como um todo, em 2009 (quando comparado ao ano de 2008), o montante investido — 162 bilhões de dólares — foi mais alto daquele observado em 2007, de 157 bilhões de dólares segundo a fonte Solarbuzz.

O setor de fotovoltaico correspondeu a aproximadamente 20% dos investimentos em 2009 (24 bilhões de dólares), uma redução de 27%, quando comparado aos 33 bilhões de dólares investidos no setor em 2008 (Figura 44).

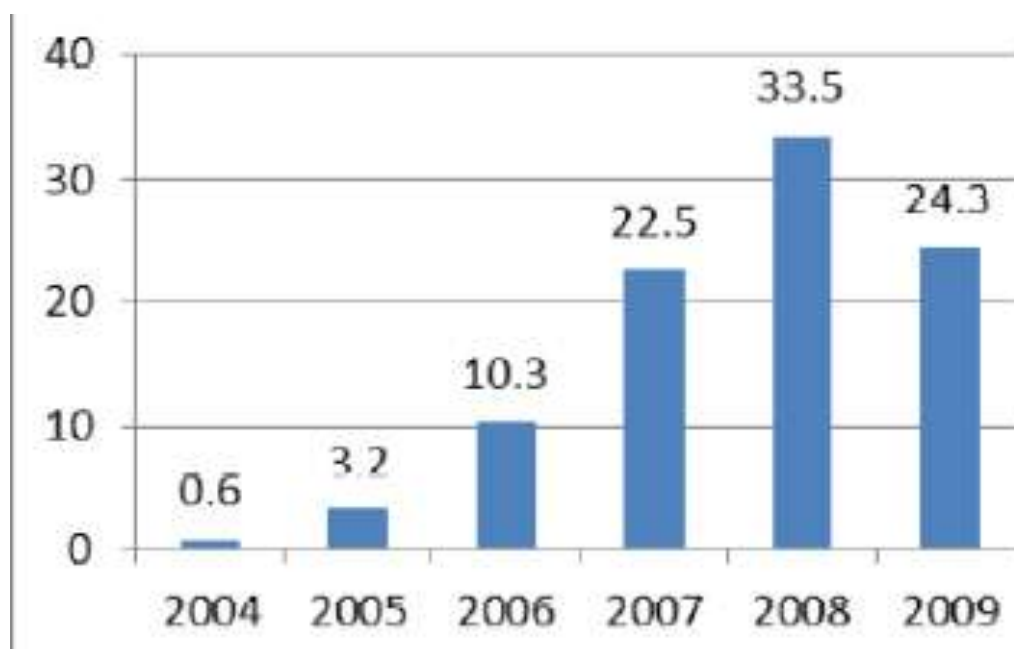


Figura 4.44: Os novos investimentos em energia solar (USDbn)

Fonte: Global Trends in Sustainable Energy Investments, 2010

Recente publicação do *World Economic Forum* (2011) mostra que em 2010 o investimento no setor de energias renováveis atingiu 243 bilhões de dólares, devido ao apoio dos governos de diversos países que aportaram cerca de 194 bilhões de dólares em “*stimulus funding*” ou estímulo aos fundos de investimentos. A indústria de energia solar fotovoltaica, que já se beneficiava da redução dos preços dos módulos fotovoltaicos, teve a adição de mais 18,4 GW de nova capacidade instalada em 2010, dos quais 7,6 GW somente na Alemanha.

4.2 A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MERCADO NACIONAL

No Brasil, o mercado fotovoltaico é incipiente e sempre esteve ligado a programas de eletrificação rural, acesso a energia elétrica e no mercado de telecomunicação. Um dos exemplos é o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios). O programa foi lançado em 1994 e teve diversas fases, totalizando 5.112 kWp instalados.

Atualmente este programa encontra-se em fase de reestruturação, pois houve uma série de problemas na sua execução como manutenção dos equipamentos, sustentação do programa e até roubo e sucateamento dos equipamentos instalados. A reestruturação do PRODEEM prevê a revitalização dos módulos fotovoltaicos instalados e a sua incorporação ao Programa Luz para Todos.

Além do PRODEEM, outras iniciativas, todas voltadas para eletrificação rural, incentivaram o uso da energia solar fotovoltaica no Brasil: Programa de Combate à Pobreza do Banco Mundial, para pequenas comunidades no Estado da Bahia; Eletrificação de Comunidades Ribeirinhas da Eletrobrás; Instalações de Cerca Elétrica da Associação de Pequenos Proprietários do Estado da Bahia, etc.

De acordo com Zilles (2005) e (2008), o Brasil conta com apenas 152,5 kWp conectados à rede de energia elétrica. A maioria desses sistemas é proveniente de universidades ou de empresas que utilizaram sistemas fotovoltaicos no âmbito de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), conforme tabela abaixo.

Nome	Cidade	Ano de Instalação	Potência (kWp)
CHESF*	Recife - PE	1995	11
LABSOLAR / UFSC	Florianópolis - SC	1997	2,1
LSF - IEE / USP (a)	São Paulo - SP	1998	0,8
UFRJ-COPPE*	Rio de Janeiro-RJ	1999	0,9
Convivência / UFSC	Florianópolis - SC	2000	1,1
FAE-UFPE *	Fernando de Noronha - PE	2000	2,5
LSF - IEE / USP (b)	São Paulo - SP	2001	6,3
CEPEL	Rio de Janeiro - RJ	2002	16,3
IEM	Porto Alegre - RS	2002	3
UFJF*	Juiz de Fora - MG	2002	31,7

LSF - IEE / USP (c)	São Paulo - SP	2003	6
CELESC	Florianópolis - SC	2003	1,4
CELESC	Lages - SC	2004	1,4
CELESC	Tubarão - SC	2004	1,4
Centro de Cultura e Eventos / UFSC	Florianópolis - SC	2004	10,9
Lab. Energia Solar / UFRGS	Porto Alegre - RS	2004	4,8
Escola Técnica Pelotas	Pelotas - RS	2004	0,9
LSF - IEE / USP (d)	São Paulo - SP	2004	3
Lab. de Sementes / CEMIG	Belo Horizonte - MG	2005	3,2
FAE – UFPE	Recife-PE	2005	1,3
Clínica Harmonia	São Paulo - SP	2005	0,9
CEFET-MG	Belo Horizonte - MG	2006	3,2
PUC-MG	Belo Horizonte - MG	2006	2,1
EFAP	Sete Lagos - MG	2006	3
Casa Eficiente / ELETROSUL	Florianópolis - SC	2006	2,3
Greenpeace	São Paulo - SP	2007	2,9
FAE - UFPE (b)	Recife-PE	2007	1,5
Private House	Recife-PE	2007	1
GEDAE	Belém - PA	2007	1,6
Unicamp	São Paulo - SP	2007	7,5
Private House	São Paulo - SP	2008	2,1
Solaris	Leme - SP	2008	1
Motor Z	São Bernardo do Campo - SP	2008	2,5
Fundição Estrela	São Bernardo do Campo - SP	2008	14,7
ELETROSUL	Florianópolis - SC	2009	12
UFSC (HU) / TRACTEBEL	Florianópolis - SC	2009	2
UFSC (Colégio Aplicação) / TRACTEBEL	Florianópolis - SC	2009	2
UFSC (Aeroporto) / TRACTEBEL	Florianópolis - SC	2009	2,1

Figura 4.45: Lista de sistemas conectados a rede no Brasil.

Fonte: Zilles, 2012.

Apenas recentemente, algumas iniciativas vêm ganhando espaço, procurando pavimentar o caminho tanto no nível de mercado, como no nível de conhecimento e operação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, identificando gargalos e barreiras e procurando mostrar a importância dessa fonte para o Brasil:

- a) Usina Solar Fotovoltaica de Tauá — Iniciativa da MPX Energia, a usina de 1 MW de capacidade instalada é a primeira usina solar conectada à rede. De acordo com informações da empresa foram investidos R\$ 10 milhões na planta (para construir a infraestrutura inicial) e existe licenciamento ambiental para mais 5 MW e o projeto prevê dentro de poucos anos uma usina de 50MW.
- b) Projeto Megawatt Solar — Projeto da Eletrosul / KfW de 1 MW a ser instalado em prédio da Eletrosul e conectado à rede de energia elétrica. Pretendem comercializar a energia no mercado livre para consumidores incentivados e montar a estrutura para ter um “Selo Solar” para este projeto, tendo o Instituto Ideal como entidade executora e de monitoramento.
- c) CEMIG — pretendem instalar 3 MW de energia solar fotovoltaica no município de Sete Lagoas, interligados à rede de energia elétrica. Este projeto está no âmbito do programa de P&D da ANEEL e faz parte do projeto “Cidades do Futuro”. Tem como parceria a empresa Solaria e serão construídas 3 unidades: uma de 2,5MW, que será a parte comercial, a segunda área onde ocorrerão os testes de tecnologia e a terceira que será destinada à pesquisa.
- d) Estádios solares — Várias iniciativas para a instalação de energia solar em Estádios estão surgindo, principalmente viabilizado pela Copa do Mundo de 2014. Entre eles podemos citar: Mineirão, projeto com a CEMIG de 1,4 MW; Pitucaçu, projeto com a COELBA de 400 kWp; Maracanã, projeto com a Light cuja a potencia ainda está sendo estudada.
- e) O P&D Estratégico ANEEL, Chamada N° 013/2011
“Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira”. Propostas recebidas: 18 (24.5 GWp); Investimentos: R\$ 395, 9 milhões. (ANEXO G)

P&D Estratégico em energia solar prevê investimento de R\$ 395,9 milhões, publicada em agosto de 2011, a Chamada de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Estratégico 013/2011 – “Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira”, recebeu 18 propostas, conforme ANEXO G.

De acordo com a ANEEL, os projetos, que totalizam um investimento previsto de R\$ 395,9 milhões em um prazo de três anos, foram avaliados em novembro do ano passado por áreas técnicas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), além do Ministério de Minas e Energia (MME) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Das dezoito propostas avaliadas, uma recebeu parecer desfavorável e não deve ser realizada, oito serão revisadas e reavaliadas e nove tiveram parecer favorável e estão em vias de contratação para início da execução. Apesar de a forma de comercialização e conexão à rede de distribuição ainda dependerem de regulamentação da ANEEL, a Chamada pretende alavancar estudos e pesquisas para comprovar a viabilidade desse tipo de fonte (solar) no Brasil, que ainda não é competitiva.

Na avaliação, a ANEEL levou em consideração o atendimento às premissas estabelecidas na Chamada, tais como a implantação de uma planta solar fotovoltaica de 0,5 megawatt-pico (MWp), medida pelo máximo de insolação incidente sobre as placas) a 3,0 MWp, além da definição da forma que o empreendedor comercializará a energia no sistema e razoabilidade dos custos.

A obrigatoriedade na aplicação dos recursos em P&D está prevista em lei e nos contratos de concessão, cabendo à Agência regulamentar o investimento no programa, acompanhar a execução dos projetos e avaliar seus resultados. A legislação estabelece que as empresas concessionárias, permissionárias ou autorizadas de distribuição, transmissão e geração de energia elétrica devem aplicar anualmente um percentual mínimo de sua receita operacional líquida no Programa de P&D do setor de energia elétrica.

A maioria das usinas (Figura 46), são de empresas europeias e algumas asiáticas, que estão “loteando” as melhores regiões de insolação do Brasil, providenciando outorgas junto a ANEEL de grandes projetos de usinas solares, estamos falando de usinas de grande porte, como na Europa, uma média de 30MW, que para se ter uma ideia de quantidade, seriam em torno de 138 mil painéis solares do mesmo modelo usado na Usina de Tauá KD215Wp da Kyocera, lembrando que cada painel num plano horizontal ocupa uma área de 1,5 m² de área.

Nome do empreendimento	UF	MW	Tipo
SOL Tauá	CE	1	Em operação
SOL Sky Solar Sunbean	SP	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Marcelino Vieira	RN	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Dix-Sept Rosado	RN	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Caraúbas	RN	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Alto Boa Vista	MT	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Querência	MT	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Colinas do Tocantins	TO	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Araguaína	TO	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Confresa	MT	30	Requerimento de outorga
Projeto Piloto de Geração Solar Pituaçu	BA	4	Autorização
Usina Solar Fotovoltaica Catolé do Rocha	PB	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Souza	PB	30	Requerimento de outorga
UFV Solar Independência	CE	5	Registro EPE - leilão A-5
UFV Solar Xique Xique	BA	5	Registro EPE - leilão A-5
UFV Solar Cajazeiras	PB	30	Requerimento de outorga
UFV Solar Ibipeba	BA	20	Requerimento de outorga
UFV Solar Patos	PB	30	Requerimento de outorga
UFV Solar Pombal	PB	30	Requerimento de outorga
UFV Solar Orós 1	CE	30	Requerimento de outorga
UFV Solar Acauã 1	RN	30	Requerimento de outorga
UFV Lagoa 1	PB	30	Requerimento de outorga
UFV Orós 4	CE	30	Requerimento de outorga
UFV Orós 2	CE	30	Requerimento de outorga
UFV Orós 3	CE	30	Requerimento de outorga
UFV Manga 5	MG	30	Requerimento de outorga
UFV Manga 3	CE	30	Requerimento de outorga
UFV Lagoa 3	PB	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Mocambinho	MG	30	Requerimento de outorga
Usina Solar Fotovoltaica Lagoa 2	PB	30	Requerimento de outorga
TOTAL		785	

Figura 4.46: Centrais de Energia Solar com Registro na ANEEL em 30 de novembro de 2011
Fonte: COGEN, 2012

Projetos com esta capacidade nunca foram instalados no Brasil, hoje há apenas uma usina de 1MW na cidade de Tauá – CE chamada MPX Tauá. Pela falta de experiência com este tipo de projeto e mão-de-obra capacitada provavelmente serão executados por estrangeiros. Por ser regiões do semiárido, com o custo da terra a valores baixos, este Eldorado Solar, esta sendo vendido a valores inferiores do que eles realmente de fato valem equiparados pelo potencial geração de energia.

4.3 INCENTIVOS E A LEGISLAÇÃO NO BRASIL EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

A geração de sistema fotovoltaico pode ser classificada como uma fonte incentivada e sua comercialização estão sujeita a regulamentação específica, para que ela possa de fato

competir com outras fontes de energia. De uma forma geral, as leis que incentivam as fontes renováveis não tratam diretamente da geração de sistema fotovoltaico, mas criam ambiente adequado para este tipo de aplicação, tais como: a Lei 21.111/09, que dispõe sobre os serviços de energia elétrica no sistema isolado e reforça no artigo 6º incentivos para a geração distribuída; e a revisão na Lei n.º 9991/00, que destina os recursos para programas de universalização do serviço público de energia elétrica.

Segundo a ELETROBRÁS, Além disso, a Lei 10.848 prevê que “a Eletrobrás instituirá um programa de fomento específico para a utilização de equipamentos, de uso individual e coletivo, destinados à transformação de energia solar em energia elétrica, empregando recursos da Reserva Global de Reversão — RGR e contratados diretamente com as concessionárias e permissionárias”, no entanto, a RGR até o momento ainda não foi utilizada para tal fim.

Da mesma forma, de acordo com o artigo nº 14 do Decreto 4.541/02 que regulamenta a Lei 10.438/02 sobre o uso de encargos para universalização do atendimento, “no processo de universalização dos serviços públicos de energia elétrica no meio rural, serão priorizados os municípios com índice de atendimento aos domicílios inferior a 85%, calculados com base nos dados do Censo 2000 do IBGE, podendo ser subvencionada parcela dos investimentos com recurso da Reserva Global de Reversão, instituída pela Lei nº 5.655, de 20 de maio de 1971 e da Conta de Desenvolvimento Energético — CDE, de que trata o art. 13 desta Lei, nos termos da regulamentação”.

Criada em 26 de abril de 2002, a CDE é uma conta que é atualmente utilizada para universalização do acesso à eletricidade, no âmbito do Programa Luz para Todos (LpT), para subvenção aos consumidores de baixa renda e para a expansão da malha de gás natural para o atendimento dos estados que ainda não possuem rede canalizada.

Pode ser utilizada também para garantir a competitividade da energia produzida a partir de fontes alternativas. O exemplo da RGR, os recursos da CDE também podem ser utilizados para promoção de geração de sistema fotovoltaico.

A RGR é um fundo setorial administrado pela Eletrobrás formado por encargo embutido na tarifa de energia. Criada em 1957 com objetivo de levantar recursos para possível recompra pela União de ativos não amortizados de concessões de serviço público de energia elétrica, os valores arrecadados nunca foram utilizados para tal fim, mas o fundo pode

repassar recursos a serem aplicados pelas concessionárias em programas gerenciados pela Eletrobrás.

Segundo o Conselho Estadual de Desenvolvimento Econômico e a Agencia de Desenvolvimento do Estado do Ceará S.A. (2010), o primeiro mecanismo de incentivo no país com o objetivo de fomentar sistema fotovoltaico é o Fundo de Incentivo à Energia Solar do Estado do Ceará (FIES), um mecanismo desenhado no âmbito estadual. Como no Brasil, a regulação do setor elétrico se dá no nível federal, o Estado não tem como intervir, por exemplo, para obrigar que as distribuidoras comprem energia solar.

Dessa forma o FIES foi desenhado para que os grandes consumidores de energia elétrica, ou seja, empresas que tenham carga acima de 500 kW, e estejam localizadas no Estado do Ceará, possuam a obrigatoriedade de consumo de uma parcela de sua energia através de fonte solar.

Empresas grandes consumidoras de energia, que queiram se instalar no Estado do Ceará podem obter um desconto no ICMS. Em cima do valor do desconto concedido pelo Governo, incide uma taxa anual de 5%, que é direcionada para o Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI). Uma parte desse recurso é encaminhada para o FIES; Em resumo o FIES funciona da seguinte forma:

- a) Uma das contrapartidas da empresa para obter esse desconto no ICMS é comprar uma parte de sua energia de fonte solar, sendo o contrato realizado com base na regulação do setor elétrico, ou seja, a empresa paga o valor de referência VR;
- b) O FIES então cobre a diferença entre o VR e o preço da Energia Solar Fotovoltaica. São realizadas chamadas públicas, no âmbito do FIES, para uma determinada capacidade de energia solar, que deverá ser compatível com a quantidade a ser consumida obrigatoriamente pelas empresas grandes consumidoras de energia. O contrato é oferecido por 15 anos;
- c) O FIES também permite o aporte voluntário de recursos ao Fundo e permite que outros consumidores/empresas, fora da obrigatoriedade, possam participar do esquema, sendo que nesse caso, deverão pagar o custo integral da energia solar fotovoltaica.

- d) O FIES cria também um selo verde para todas as empresas que consomem energia solar no âmbito desse mecanismo

O FIES foi criado através da Lei Complementar 81/2009 e Decreto 29.993/2009. No entanto, até o momento ainda não ocorreu a chamada pública. Mas é importante citar esse mecanismo por ser a primeira tentativa de lançar um incentivo para fonte solar, mesclando incentivos estaduais no âmbito da regulação federal do setor energético.

Fora esse mecanismo de incentivo, algumas iniciativas recentes vêm ocorrendo de forma a estimular a energia solar, o que vem ampliando o debate sobre as formas de incentivos possíveis a esta fonte no País:

No âmbito do Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação – MCTI

- a) O CGEE — Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, que faz levantamentos em ciência, tecnologia e inovação para o governo brasileiro, lançou um estudo prospectivo para energia fotovoltaica com o objetivo de identificar o potencial produtivo brasileiro e as macrodimensões estratégicas. O resultado desse estudo conta com dois relatórios base, um referente ao diagnóstico de base da situação brasileira frente à tecnologia fotovoltaica e o potencial existente no Brasil, e outro especificamente sobre o diagnóstico e potencial de desenvolvimento do silício grau solar no Brasil, e a publicação em 2010 de um Documento Técnico.
- b) Além disso, pode-se destacar a implantação do Sibratec Fotovoltaico e o apoio do CNPq e da Finep a projetos em curso em diferentes instituições de ciência e tecnologia (ICT).

No âmbito do Ministério de Minas e Energia:

- a) A Portaria MME nº 36 de 28/11/08 criou um Grupo de Trabalho (GT) de geração a partir de sistemas fotovoltaicos com a finalidade de “elaborar estudos, propor condições e sugerir critérios para subsidiar definições competentes acerca de uma proposta de política de utilização de geração fotovoltaica conectada à rede e em edificações urbanas, como um fator de otimização da gestão da demanda de energia e de promoção ambiental do País, em curto, médio e longo prazo”.
- b) Um novo GT está iniciando agora seus trabalhos voltados para aspectos regulatórios e de planejamento energético, envolvendo Agencia Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e Empresa de Pesquisa Energética - EPE.

No âmbito industrial:

- a) O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) têm acompanhado as diversas iniciativas recentes, governamentais e empresariais, visando identificar e sugerir mecanismos de incentivo adequados.
- b) O Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), também examina dispositivos de apoio à cadeia produtiva da ES-FV e apoia projetos inovadores com recursos não reembolsáveis do Fundo de Tecnologia (FUNTEC).
- c) A Associação Brasileira da Indústria Eletro Eletrônica (ABINEE) formou recentemente um grupo de trabalho em ES-FV que já conta com a adesão de cerca de 130 empresas (Figura 47).

Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos ABINEE (3/2012) - 127 empresas		
3M	Enel - Green Power	Orbe Brasil
ABB	Energisê	Ormazabal
Able Eletrônica	Enfinity	Petrobras
Acumuladores Moura	EPCOS do Brasil	PHB Eletrônica
Aerbrax Power	Eudora Energia	Phelps dodge
AES Eletropaulo	Exide	Phoenix Contact
AFAP Eletro Mecânica e Eletrônica	EXXA Global	PLP Brasil
Alupar Investimento	Fairway	Power Electronics
Alusa Engenharia	FC Solar Energias Alternativas	PUCRS - CB-Solar
Alwitra	Finder Componentes	Renova Energia
Amphenol TFC do Brasil	Focus engenharia	RIMA
Araxá	Fotowatio Renewable Venturas	Saint-Gobain
BalloonEolica	Fulguris - NewPower Sistemas de Energia	Santerno (Carraro Group)
BlueSol	Furukawa Industrial	SATURNIA
Bonfiglioli	GE Energy	SCBF
Bosch	Gehrlicher Ecoluz Solar do Brasil	Schletter GmbH
BR Solar	Grupo Cornélio Brennand	Schneider Electric
Brunar	Grupo Fairway	SEMİKRON Semicondutores
BVMW	Guascor Solar do Brasil	SIEMENS
Cabrace Cristal Plano Ltda.	Hanwha	SMA
CEFET-RJ	Helanlum Services	Solaris - Tecnologia Fotovoltaica
Cegasa Brasil	Hydro	Solatio Energia
CEMIG	Incesa	Sollaric
CTI Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer	Ingeleam	SS Solar - SolarWorld
Centro Empresarial de Estudos Internacionais (CEEI)	INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Sun Comax
Centrotherm Photovoltaics AG	Instituto de Eletrotécnica e Energia - USP	Sun Edison
Condumax	Intercedere	Sunbeam
Condu spar	Intermarket Industrial Films LLC	Sunergy
Contour Global	Jema	TecnoMetal Energia Solar
CP Eletrônica	Jovic Engenharia	Toehiba
CPFL Energia	Kraus & Nalmer do Brasil	Tractebel Engenharia
CPFL Renováveis	Kyocera Solar do Brasil	Tucana Consulting
Criem	Lacerda Sistemas de Energia	Unitron
Donauer Solar Systems	LC - Labramo Centronica / SunLab Power	Vacon
Dow Corning	LG Electronics	Vogel Solar
DuPont	M.E.S Energia	W3 Ambiental
EBE\$ Empresa Brasileira de Energia Solar	Manserv	WEG
EC13	MPX	WEG Automação
Eclareon	New Generation Power - Renewable Energies	Wobben Windpower
Ecoluz	Newmax - Baterias Industriais	World For You Consulting
Econova	Nexans FICAP	Yingli Solar
Ecosolar	NH Consultores & Associados	
Efacec	Odebrecht	
Eitek Valere	Opex Energy	

Figura 4.47: Lista total de empresas envolvidas no GT ABINEE

Fonte: ABINEE, 2012.

A Associação da Indústria da Cogeração de Energia (COGEN) formou também um grupo de empresas, cuja maioria é concessionária e poucas da indústria, para discutir qual mecanismo poderão ser feitos para viabilizar o mercado solar.

Além dos mecanismos de incentivo, outro fator relevante para apoiar o mercado solar são os instrumentos econômicos, tais como, incentivos ao investimento, incentivos à produção, empréstimos a baixas taxas de juros, isenção de impostos e taxas, etc.

No que diz respeito à desoneração de impostos, as desonerações de ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços) e IPI (Imposto sobre Produto Industrializado), de competência estadual e federal, respectivamente. O benefício, entretanto, se aplica somente aos equipamentos tributados através do decreto 3.827 de 2001. Os módulos fotovoltaicos, na verdade, são os únicos equipamentos que atualmente são isentos de IPI e ICMS, conforme convênio ICMS 101/97 prorrogado pelo convênio ICMS 124/10 até 31/12/2013. Na compra de inversores no mercado nacional são incluídos 12% de ICMS e no

caso dos controladores de carga são incluídos 12% de ICMS e 15% de IPI. Mas há um mecanismo que isenta os equipamentos tributáveis de IPI e ICMS, como os inversores, baterias e controladores. Esta isenção acontece caso a empresa seja indústria, podendo desenvolver *kits* de geradores fotovoltaicos. Desta forma os custos caem e é possível comercializar bem abaixo do mercado.

Impostos	Módulos	Inversores
II	12,00%	14,00%
IPI	0,00%	15,00%
ICMS	0,00%	18,00%
PIS	1,65%	1,65%
CONFINS	7,60%	7,60%

Figura 4.48: Incidência de impostos em painéis solares e inversores.
Fonte: COGEN, 2012.

O BNDES também apresenta diversas linhas de financiamento, nas quais projetos de sistemas fotovoltaicos podem se enquadrar, a depender do tipo de proponente e do valor do financiamento.

O BNDES financia não apenas as distribuidoras de energia elétrica, mas também os geradores e os fornecedores de componentes, máquinas e equipamentos. Para esses últimos, há algumas flexibilizações em termos de valor mínimo, prazo, garantias etc. Todos os atores, tanto do setor elétrico como da cadeia de fornecedores, podem se beneficiar de linhas de inovação tecnológica em condições bastante favoráveis, a taxa fixa de financiamento, tal como ocorre com a RGR.

Quanto as Normas Técnicas, o Brasil ainda não possui sólidas normatizações para os componentes e instalações de sistemas fotovoltaicos, possuindo apenas esboços que contemplam tecnologias que já se desenvolveram. Não há um texto normativo para as práticas de instalação e comissionamento de sistemas fotovoltaicos de qualquer espécie. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) já caminha para a sua criação de novos textos normativos e a atualização das normas já existentes sobre sistemas fotovoltaicos, que são:

- a) ABNT NBR 11.877 – Sistemas Fotovoltaicos

- b) ABNT NBR 10.899 – Sistemas Fotovoltaicos – Terminologia
- c) ABNT NBR 11.876 – Módulos Fotovoltaicos – Especificação
- d) ABNT NBR 11.704 – Sistemas Fotovoltaicos – Classificação
- e) ABNT NBR 11.878 – Dispositivos Fotovoltaicos – Células e Módulos de Referência
- f) ABNT NBR 11.879 – Dispositivos Fotovoltaicos – Simulador Solar – Requisitos de Desempenho
- g) ABNT NBR 14.298 – Sistemas Fotovoltaicos – Banco de Baterias – Dimensionamento.

Todas essas normas serão atualizadas e expandidas para adicionar os avanços tecnológicos dos últimos anos.

Outro material que servirá de matriz é a norma *IEC 61.727 – PV Systems – Characteristics of the Utility Interface*, que trata dos inversores para sistemas conectados a rede, responsáveis pela interface entre o arranjo fotovoltaico e a rede de distribuição.

4.4 A REGULAMENTAÇÃO DA ANEEL PARA MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUIDA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM AREAS URBANAS.

A diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou em 17 de Abril de 2012, regras destinadas a reduzir barreiras para instalação de geração distribuída de pequeno porte, que incluem a micro geração, com até 100 KW de potência, e a mini geração, de 100 KW a 1 MW. A norma cria o Sistema de Compensação de Energia, que permite ao consumidor instalar pequenos geradores em sua unidade consumidora e trocar energia com a distribuidora local. A regra é válida para geradores que utilizem fontes incentivadas de energia (hídrica, solar, biomassa, eólica e cogeração qualificada).

Pelo sistema, a unidade geradora instalada em uma residência, por exemplo, produzirá energia e o que não for consumido será injetado no sistema da distribuidora, que utilizará o crédito para abater o consumo dos meses subsequentes. Os créditos poderão ser utilizados em um prazo de 36 meses e as informações estarão na fatura do consumidor, a fim de que ele saiba o saldo de energia e tenha o controle sobre a sua fatura.

Os órgãos públicos e as empresas com filiais que optarem por participar do sistema de compensação também poderá utilizar o excedente produzido em uma de suas instalações para reduzir a fatura de outra unidade desde que seja na mesma concessionária e CNPJ.

O consumidor que instalar micro ou mini geração distribuída será responsável inicialmente pelos custos de adequação do sistema de medição necessário para implantar o sistema de compensação. Após a adaptação, a própria distribuidora será responsável pela manutenção, incluindo os custos de eventual substituição.

Além disso, as distribuidoras terão até 240 dias após a publicação da resolução para elaborar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso desses pequenos geradores, tendo como referência a regulamentação vigente, as normas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais.

A geração de energia elétrica próxima ao local de consumo ou na própria instalação consumidora, chamada de “geração distribuída”, pode trazer uma série de vantagens sobre a geração centralizada tradicional, como, por exemplo, economia dos investimentos em transmissão (Figura 49), redução das perdas nas redes e melhoria da qualidade do serviço de energia elétrica.



Figura 4.49: Esquema básico do caminho da geração de energia centralizada e de um pequeno circuito de geração distribuída com painéis fotovoltaicos.

Fonte: UFSC, 2011.

Como a regra é direcionada a geradores que utilizem fontes renováveis de energia, a agência espera oferecer melhores condições para o desenvolvimento sustentável do setor elétrico brasileiro, com aproveitamento adequado dos recursos naturais e utilização eficiente das redes elétricas.

O assunto foi amplamente discutido com a sociedade em uma consulta e uma audiência pública aberta no período de 08/08/2011 a 14/10/2011 e, ao todo, foram recebidas 403 contribuições de agentes do setor, universidades, fabricantes, associações, consultores, estudantes e políticos.

Paralelamente ao sistema de compensação de energia, a ANEEL aprovou novas regras para descontos na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD e na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão – TUST para usinas maiores (de até 30 MW) que utilizarem fonte solar:

Para os empreendimentos que entrarem em operação comercial até 31 de dezembro de 2017, o desconto de 80% será aplicável nos 10 primeiros anos de operação da usina. O desconto será reduzido para 50% após o décimo ano de operação da usina. Para os empreendimentos que entrarem em operação comercial após 31 de dezembro de 2017, mantém-se o desconto de 50% nas tarifas.

4.5. TELHADOS SOLARES E A PARIDADE TARIFARIA UMA POSSÍVEL REALIDADE NO BRASIL?

De acordo com RUTHER (UFSC, 2011), “ *a paridade tarifaria - quer dizer o valor da tarifa de energia da concessionária será a mesma da energia solar - já é uma realidade em alguns estados brasileiros e se tornará na maior parte do território nacional em poucos anos*”.

Em recente publicação e através de cálculos da tarifa de energia, somando com o aumento da tarifa anual, da Taxa Interna de Retorno (TIR) e a queda dos preços de módulos fotovoltaicos e de alguns componentes, chegou-se a conclusão que em 2015 (Figura 50), os estados do Tocantins, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais já poderão instalar um sistema fotovoltaico com o mesmo preço em kW/h da concessionária.

Em 2020 praticamente o país inteiro, terá a paridade tarifaria, com exceção do Amazonas, Roraima, Amapá, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

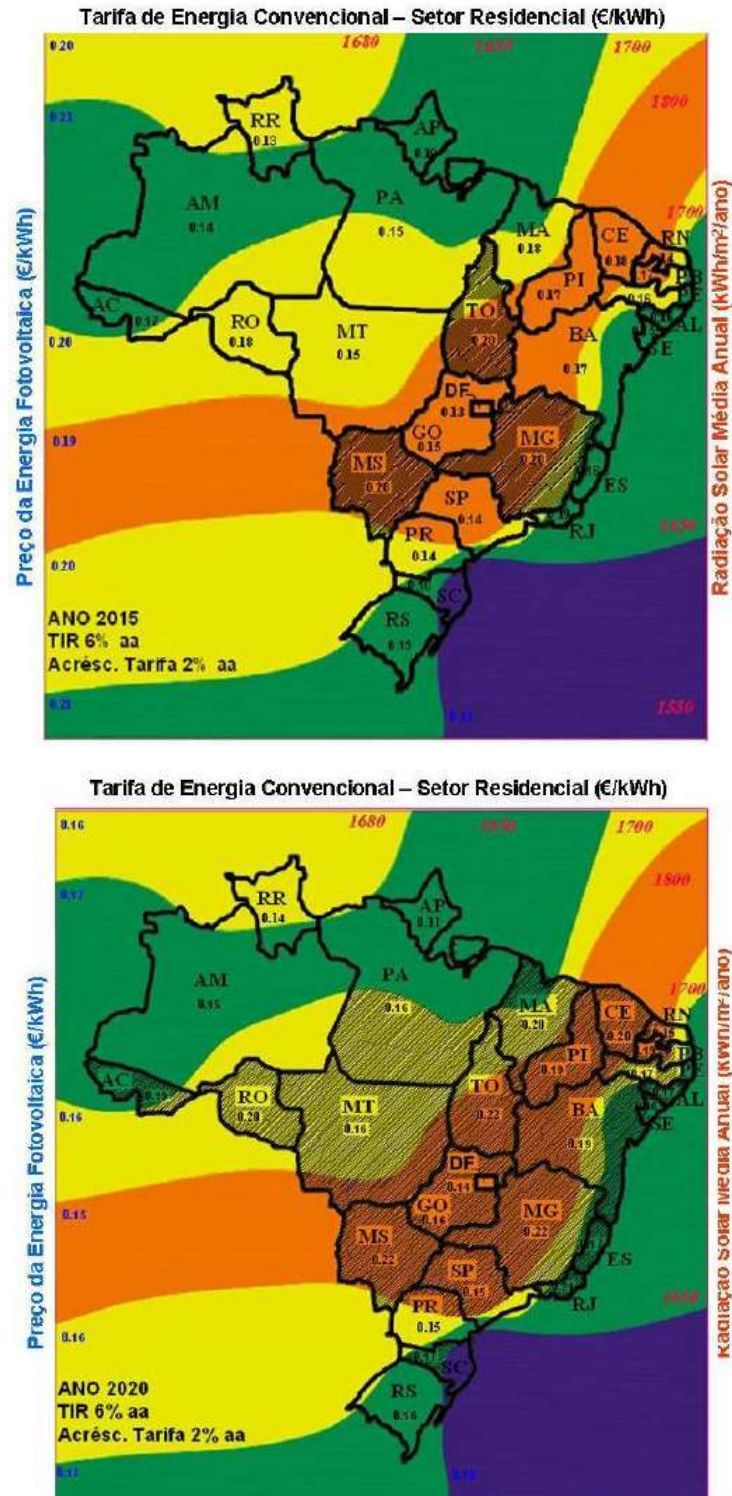


Figura 4.50: Paridade tarifaria no Brasil para o ano de 2015 e 2020 respectivamente.
Fonte: Ricardo Ruther, 2010.

Já na figura abaixo já se pode ter uma ideia de paridade atual, de acordo com a tarifa de energia e com o valor de um sistema fotovoltaico, custando em torno de R\$ 500,00 a R\$600,00 o MWh (RUTHER, 2011), a energia solar já é competitiva com a rede elétrica e até mesmo mais indicada em algumas regiões.

Hoje os estados que possuem a tarifa mais alta já é economicamente viável o uso da energia solar e podemos verificar que justamente nestas regiões é onde o Brasil tem o maior índice de insolação.

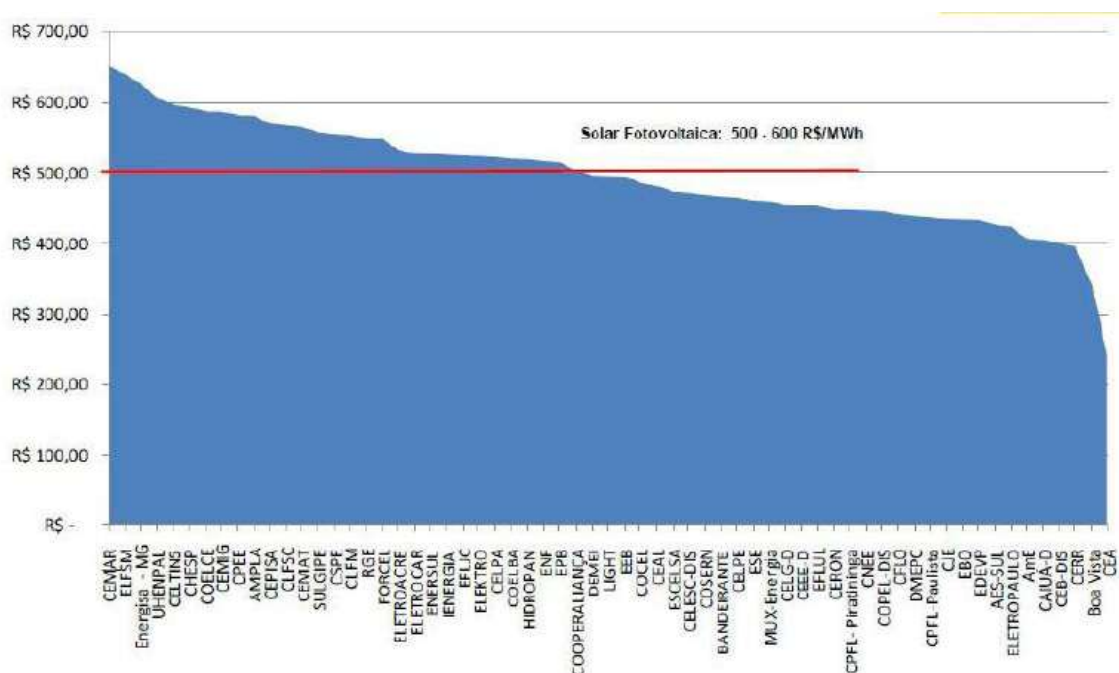


Figura 4.51: Relação de preço de energia das concessionária x preço da energia solar – paridade tarifaria.

Fonte: RUTHER (UFSC, 2011).

Outro estudo feito por KELMAN (2012) pela Consultoria PSR, especializada em energia, constatou que caso um usuário importasse os equipamentos e instalasse-os num plano inclinado, para a cidade do Rio de Janeiro o custo resultante seria de R\$500,00 / MWh. A primeira vista, este custo é bastante elevado, no entanto, comparado com a tarifa residencial da LIGHT, a tarifa com os impostos chega a R\$522,00 / MWh.

Segundo Kelman, o mapa a seguir (Figura 52) para indicar quais áreas seria promissor no momento. Para cada ponto do mapa, calculou-se a razão entre o custo da tarifa e o da solar (no caso do Rio de Janeiro, por exemplo, esta a razão é $522/500= 1,044$). É fácil ver que a energia solar seria competitiva nos lugares em que a razão é maior que 1. O nível de

viabilidade (isto é, quanto maior que 1, mais viável, e vice-versa). Representado por um código de cores, quanto mais quente a cor (tons vermelho), mais competitiva é a energia solar; quanto mais fria (tons azuis), menor é a competitividade.

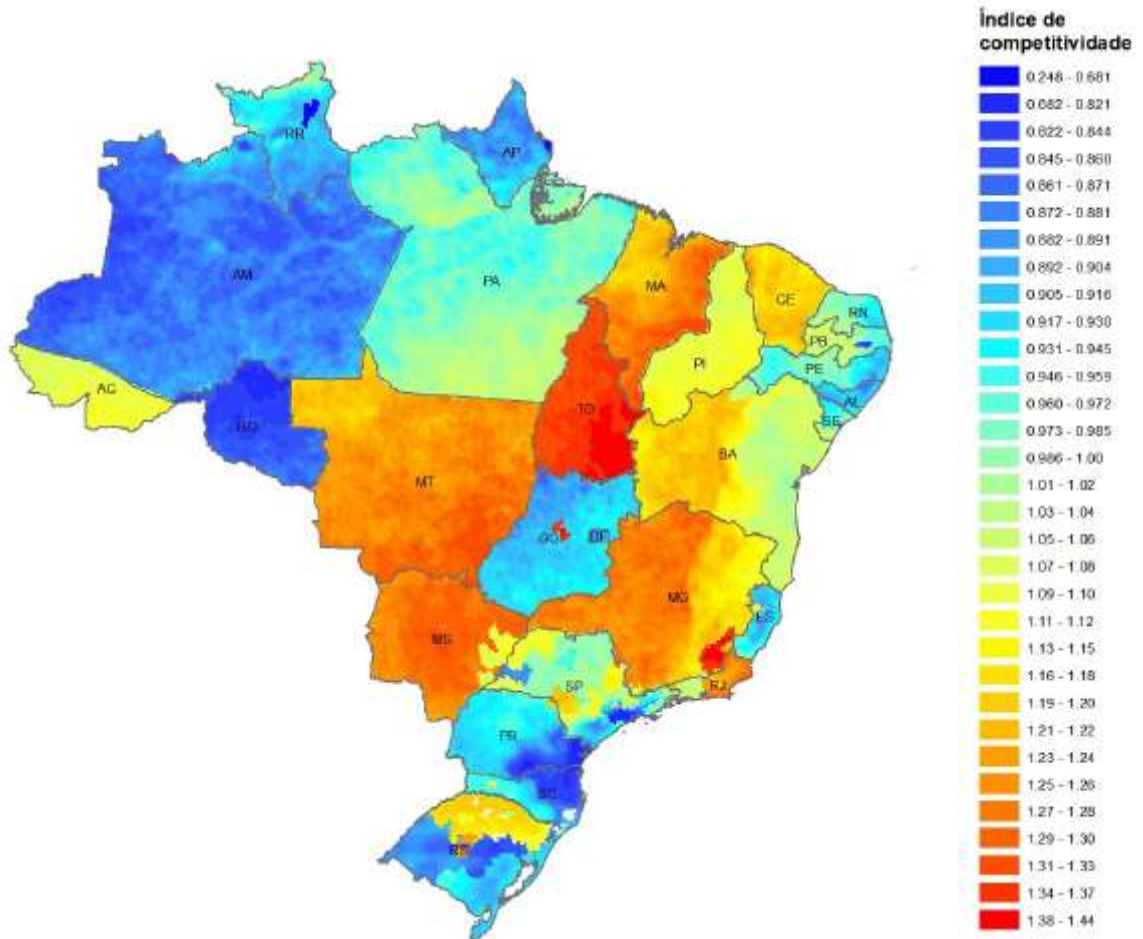


Figura 4.52: Índice de competitividade de energia solar distribuída- investimento direto do consumidor.

Fonte: KELMAN (PSR, 2012).

Por outro lado caso o usuário compre os equipamentos e instalação através de empresas integradoras (empresas que importam e vendem a solução completa), Kelman considerou uma margem de lucro da integradora (estimada em 15%) e dos impostos adicionais (alguns dos que incidem em cascata) a planilha de custos da solar leva a um aumento de 42%.

Como se observa no mapa abaixo, a geração solar fotovoltaica ainda não seria competitiva hoje. Porém também se observa que esta competitividade está perto de se

concretizar (índices próximo de 1) em regiões como o Oeste de Minas Gerais, Zona da Mata Mineira, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

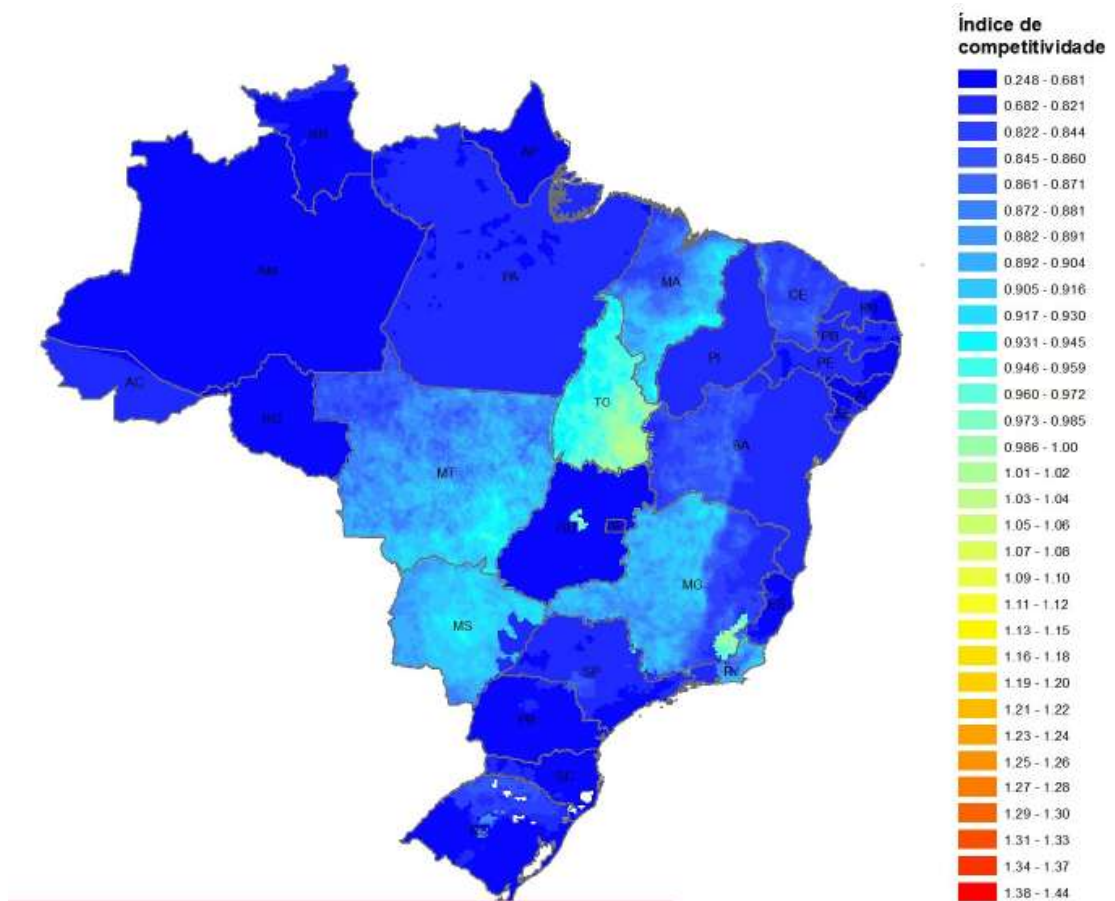


Figura 4.53: Índice de competitividade de energia solar distribuída- investimento via integrador.

Fonte: KELMAN (PSR, 2012).

5 A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM ÁREAS URBANAS

Muitas cidades da Europa e Asiáticas, como Madri, Barcelona, Berlim, Hamburgo, Lisboa, Roma, Tóquio, Shangai, Hong-Kong já utilizam esta tecnologia em áreas urbanas para diversos fins, sejam para fins residências, comerciais, industriais ou para alimentar mobiliários urbanos como: semáforos, monitoramento, telefonia e iluminação pública.

No Brasil podem-se ver algumas soluções, mas muito pontuais, são experimentos, protótipos que são trazidos por empresas estrangeiras como um argumento de aproximação seja para uma Prefeitura ou mesmo para empresas em busca de ideias sustentáveis. Há casos de soluções desenvolvidas no próprio país como é o caso da Ecoducha Solar, no intuito de substituir os chuveiros instalados na areia nas praias cariocas, este tema será apresentado a seguir.

5.1. EXEMPLO DE CASO DE UM SISTEMA ISOLADO, A SOLUÇÃO DA ECODUCHA SOLAR.

Neste capítulo será apresentado uma solução desenvolvida pela empresa Blue-Sol em parceria com a fabricante de bombas Anauger e o Instituto E da empresa roupas OSKLEN. Trata-se de um sistema isolado de bombeamento solar, instalado na praia de Ipanema, chamado de Ecoducha Solar.

A Ecoducha Solar foi desenvolvida por uma empresa alemã há 10 anos no Brasil para a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, mas o projeto nunca foi adiante. A empresa fechou e a ideia permaneceu na “gaveta” por 8 anos.

Há dois anos a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro solicitou a Kyocera um novo protótipo para ser instalado a principio no Parque Bosque da Barra localizado na Barra da Tijuca, na Zona Oeste da cidade.

Nesta ocasião esta solicitação não teve aceitação pela diretoria da empresa e a ideia permaneceu em *stand by*. Passados alguns meses a ideia foi passada para a empresa Blue-Sol que através de seu corpo técnico criou uma parceria com a empresa Anauger, que detinha o conhecimento em bombeamento solar. Havia apenas fotos antigas da ducha e foi desenvolvido um protótipo simples e que fosse barato no seu desenvolvimento.

Deu-se inicio no desenvolvimento de um protótipo para coloca-lo funcionando para testes na própria fabrica de bombas, pois o projeto não iria mais ser no Parque Bosque da Barra, mas na praia de Ipanema.

A ideia de se instalar na praia foi justamente uma vontade da Prefeitura em “limpar” as praias cariocas. O uso do diesel, gasolina ou ligações clandestinas na praia para alimentar os motores (Figura 54) que alimentam as bombas de sucção de agua, foi o pontapé inicial no desenvolvimento e sucesso da Ecoducha Solar. Além de utilizar energia renovável num momento em que a cidade do Rio de Janeiro busca alternativas energéticas e o rótulo de “Cidade da Energia” surgiu à ideia de apresentar o projeto para gerencia da Orla Rio e para o Secretário Municipal de Meio Ambiente e atual Vice Prefeito Carlos Alberto Muniz.



Figura 5.54: Tradicional ducha na praia utilizando motor a diesel para bombeamento da água.

Fonte: arquivo pessoal, 2011.

Com aceitação do projeto iniciou-se a pesquisa dos materiais e o desenho o protótipo, que segue a seguir:

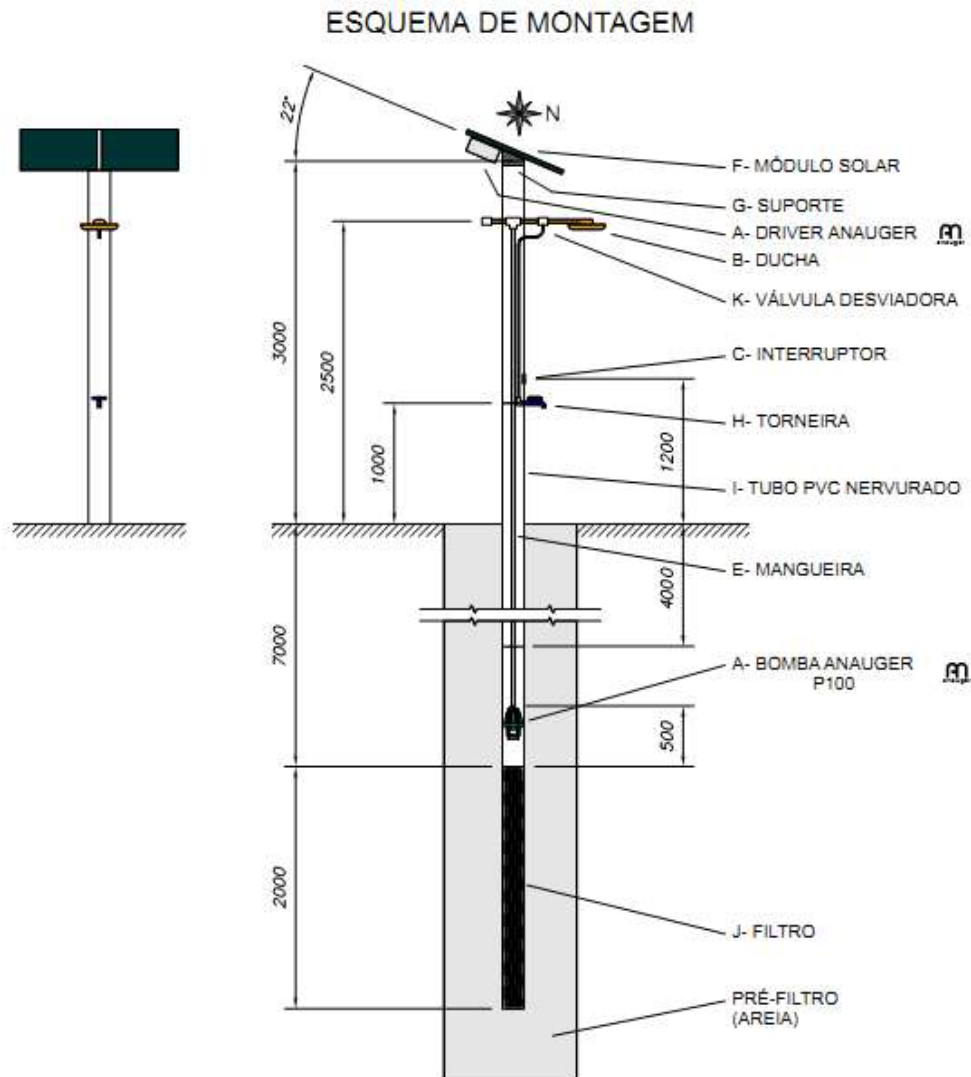


Figura 5.55: Esquema da Ecoducha Solar.

Fonte: arquivo pessoal, 2011.

Foram consultados vários especialistas em furação de poço e decidiu-se que seria utilizado um tubo geomecânico, com características mais resistentes, pois segundo a empresa contratada para furar o poço, a profundidade do poço de nove metros, conforme figura acima não poderia utilizar um tubo comum de policloreto de vinil (PVC), pois não aguentaria a pressão da areia com água e poderia sofrer deformações impedindo o funcionamento da

bomba e comprometeria todo o projeto. Os tubos geomecanicos tem uma espessura de 1 cm capazes de suportar pressões altíssimas.

Conforme figura acima o projeto foi dimensionado para uma vazão de 5400 litro/dia, pois o uso diurno seria principalmente nas horas de máxima insolação e foi decidido em não utilizar acumulador de carga – bateria - por questões de vandalismo.

A Ecoducha Solar conta com dois painéis solares de 85 Wp (ANEXO A) cada, que alimenta uma bomba d'água vibratória – P100 (ANEXO B) que tem seu acionamento por um interruptor liga/desliga que aciona a bomba d'água direcionando a vazão da água para a torneira ou para o chuveiro.

Seu funcionamento depende da disponibilidade de sol e da sua intensidade de radiação solar, podendo o sistema chegar a uma potência máxima de 170 Wp (Figura 56).

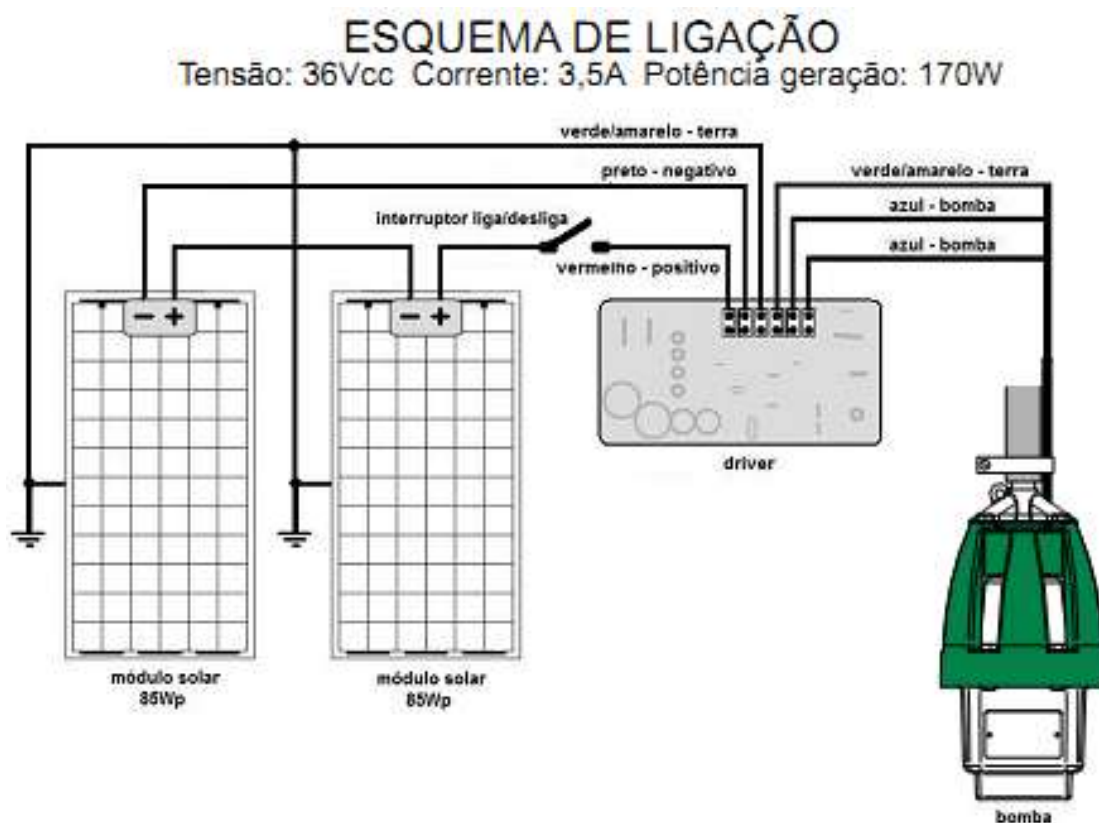


Figura 5.56: Esquema elétrico de ligação dos módulos fotovoltaicos e da bomba d'água.

Fonte: Anauer, 2011.

O aterramento do modulo fotovoltaico é realizado através de hastes cobreadas tipo *copperweld* diâmetro 20 mm x 2,4 m e conector, enterrados verticalmente no solo. O esquema

utilizado é o TN-S (condutor neutro e condutor de proteção distinta, conforme NBR 5410: 2009), com condutor de proteção (PE) disponível junto ao aterramento (Figura 58).

Os condutores são fios de cobre com isolamento em PVC 70 Celsius (°C) de 0,75 kV ou 1,0 kV com seção indicada no projeto, respeitada a bitola mínima de 2,5mm², as seções dos condutores: neutro, fase, proteção são idêntica. Os condutores são do tipo BWF e gravados em toda sua extensão as especificações de nome do fabricante, bitola, isolamento, temperatura e certificado do INMETRO.

LISTAGEM DE MATERIAIS

Item	Descrição de Material	Unidade	Quantidade
A	Bomba Anauger Solar P100	conjunto	1
	Cabo elétrico flexível 4mm ² (cor azul)	metro	24
	Cabo elétrico flexível 4mm ² (cor preta)	metro	2
	Cabo elétrico flexível 4mm ² (cor vermelha)	metro	2
	Cabo elétrico flexível 4mm ² aterramento (cor amarelo/verde)	metro	1,5
	Corda de poliamida nylon 6mm	metro	11
B	Ducha plástica para piscina (branca)	conjunto	1
C	Interruptor liga/desliga com capa protetora	peça	1
	Luva de redução 3/4x1/2	peça	1
	Luva roscável PVC 3/4	peça	3
D	Mangueira flexível 1,8 metros	peça	1
E	Mangueira Polietileno 3/4 pol. (edutor bomba)	metro	10
F	Módulo solar fotovoltaico policristalino 85Wp – 17,4Vcc	conjunto	2
	Nipei PVC roscável 3/4	peça	3
	Plug PVC roscável 3/4	peça	1
G	Suporte para módulo solar fotovoltaico 1,3 metros	conjunto	1
	Tê PVC roscável 3/4	peça	1
H	Torneira de jardim	conjunto	1
I	Tubo PVC Nervurado Leve DN 154x2m (revestimento poço)	peça	5
J	Tubo PVC Ranhurado Leve DN 154x2x0,75 (filtro poço)	peça	1
K	Válvula de desviadora para chuveiro	peça	1

Características do poço	
Profundidade	9 metros
Nível estático estimado (1)	4 metros
Vazão mínima do poço	800 litros/hora
Pressão manométrica total	10 mca (2)
Vazão diária do sistema de bombeamento (3)	5.600 litros/dia
(1) - estimado para perfuração em praia. (2) - mca (metros de coluna de água). (3) - A vazão de bombeamento sofre influência das variações da irradiação solar devido a condições climáticas.	

Figura 5.57: Listagem de materiais e características do poço.

Fonte: Anauger, 2011.

Depois de três meses o protótipo foi montado em São Paulo e foi testada com êxito, a bomba funcionou entre 9 horas da manhã até às 16 horas. Os testes foram feitos nos meses de setembro a novembro e no decorrer do dia, por se tratar de uma fonte intermitente, na passagem de alguma nuvem ou nos dias nublados a vazão da água variava.



Figura 5.58: Protótipo da Ecoducha em teste.
Fonte: arquivo particular, 2011.

Com os resultados dos testes positivos começou-se a fabricar o protótipo que seria utilizado em Ipanema e o processo de compra para transportá-lo até o Rio de Janeiro.

O projeto faz parte de uma iniciativa da empresa Grendene e do Instituto E – Osklen - na revitalização da Praia de Ipanema. Desde 2010 estas empresas adotaram alguns espaços da orla de Ipanema e começaram a fazer o replantio das mudas de plantas nativas de restinga cercado os canteiros com mourões.

A escolha do local foi no mesmo onde estavam instalando o primeiro deck de madeira 100% ecológica, da empresa Ecowood, em frente à Rua Vinicius de Moraes, no intuito de cobrir uma estrutura de concreto do emissário submarino. A Ecowood com o Instituto E aprovaram a ideia e foi criado um espaço para a Ecoducha Solar dando um destaque especial numa iniciativa de mostrar que a prefeitura do Rio estava buscando alternativas sustentáveis e uma futura substituição das duchas existentes.

Como muitas pessoas não conhecem a tecnologia decidiu-se confeccionar uma placa explicativa para o usuário, como segue abaixo:



Figura 5.59: Placa explicativa da Ecoducha Solar.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.

No início do mês de dezembro deu-se início a furação do poço e a instalação da Ecoducha. Como o deck foi projetado com sistema antifurto o poço foi feito primeiro. Com a finalização do deck foi dado início a instalação da Ecoducha Solar. Uma das exigências da Prefeitura era de pintar o tubo geomecânico que serviria como poste de branco para não ofuscar a praia, e foi executado conforme segue a sequência das fotos:



Figura 5.60: Escolha da furação do poço e o início da furação respectivamente.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.61: Introdução do filtro geomecânico e a continuação do processo de furação.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.62: Continuação da furação do poço e a introdução dos outros tubos.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.63: Continuação da furação do poço, introdução dos outros tubos e a co-autora do projeto: Isabelle de Loys.

Fonte: arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.64: Finalização da instalação do tubo e a colocação de brita e uma tela para evitar empocamento de água para auxiliar na drenagem.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.65: Instalação e colocação da torneira e da ducha.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.



Figura5.66: Acabamento e instalação da estrutura de alumínio e teste do sistema.
Fonte: Arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.67: Inauguração e detalhe da placa explicativa.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.68 : Inauguração e o teste com o usuário.
Fonte: Arquivo pessoal, 2011.



Figura 5.69: Inauguração e sucesso absoluto.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.

Desde o seu funcionamento tem sido um sucesso, mas mesmo assim muitas pessoas não entendem, mesmo com uma placa explicativa, o funcionamento da Ecoducha e suas características em utilizar uma fonte de energia intermitente.

Inclusive as reportagens do Jornal O Globo (ANEXO C, D, E e F) pode-se constatar a falta de informação quanto à energia solar.

Além da falta de conhecimento da tecnologia tanto da população quanto dos repórteres, qualquer equipamento instalado numa cidade está suscetível ao vandalismo e a furtos. No caso da Ecoducha Solar, a ideia foi fazer um sistema simples e sem baterias para não despertar o interesse da tentativa de furtar uma bateria, pois muitas pessoas acham que uma bateria estacionaria pode ser utilizada num carro, mas sabe-se que não, pelo tipo de ciclagem que não é adequada para um motor de carro que exige um arranque do motor para dar partida já numa bateria estacionaria para sistema fotovoltaico a bateria tem ciclagens curtas.

O grande receio na instalação da Ecoducha Solar era um possível furto dos painéis fotovoltaicos, que no mercado saem por R\$850,00 cada, mas nos preocupamos em fixa-los com vários parafusos por dentro da estrutura e numa altura de 3 metros que dificultaria o seu furto.

Mas durante o período de carnaval a Ecoducha Solar sofreu dois vandalismos, a quebra da ducha e da torneira e por ultimo a destruição da caixa do capacitor e do conversor de energia da bomba, chamado *driver* (Figura 60).



Figura 5.70: Vandalismo praticado na Ecoducha, furto da ducha, torneira e abertura do driver da bomba.
Fonte: arquivo pessoal, 2011.

Atualmente ela não funciona, pois como foi uma doação à Prefeitura do Rio de Janeiro – Secretaria Municipal de Meio Ambiente, é de sua responsabilidade a manutenção. Como não há ninguém capacitado na Secretaria para executar o seu devido reparo, infelizmente tornou-se um mobiliário sem função. Além disso, para os olhos do usuário, que não conhece a tecnologia, acha que é o sistema solar é que não funciona.

Deve-se ter cuidado no uso de novas tecnologias, pois qualquer mau funcionamento, tanto pela falta de manutenção ou dimensionamento, impacta na tecnologia, fazendo com que se acredite cada vez menos no seu potencial.

As novas tecnologias sejam eólica, solar ou qualquer outra devem entrar complementando a matriz energética, mas acompanhada de cursos de capacitação. As instituições de ensino são de fundamental importância, pois capacitam as pessoas, geram emprego e utiliza-se de uma forma inteligente estas novas tecnologias.

De acordo com Hamilton Moss (MME, 2011), diretor da Secretaria de Energia Elétrica pelo Governo Federal, “*divulgar outras fontes de energia, motivar jovens e estudantelas e promover capacitação de profissionais no setor é o principal objetivo*”.

Não adianta inserir novas tecnologias no dia a dia de uma cidade se não soubermos o seu funcionamento e características de funcionamento, seria o mesmo que ter um carro e não saber dirigir e nem conhecer o seu motor.

6. CONCLUSÕES

O Brasil apresenta, atualmente, uma conjuntura bastante favorável à difusão de geração distribuída a partir de fontes renováveis, devido aos investimentos que estão sendo realizados no âmbito do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e de projetos para a Copa do Mundo de 2014 e para as Olimpíadas de 2016. Há uma oportunidade ímpar para o Brasil introduzir a geração solar em aeroportos, estádios de futebol, arenas esportivas, hotéis, prédio públicos e em mobiliários urbanos.

Sabe-se que os Estádios do Maracanã, Pituacu, Mineirão e Fonte Nova utilizarão a tecnologia fotovoltaica em suas coberturas. Além destes projetos o aeroporto de Jacarepaguá será o primeiro no Rio de Janeiro a ter um sistema fotovoltaico isolado para alimentar um depósito de resíduos sólidos e no Porto Maravilha o Museu do Amanha, será agraciado com um sistema inovador, painéis fotovoltaicos de filmes finos feitos sob medida que contarão com um avançado sistema de *tracking system*, equipamento capaz de acompanhar a trajetória do sol maximizando o seu rendimento e geração. Iniciativas como esta são importantes e marcam um novo conceito e pensamento da cidade ou de um país.

No caso dos estádios de futebol, a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC elaborou o estudo “Estádios Solares: Opção Sustentável para a Copa 2014 no Brasil”, no qual se analisam as possibilidades de instalação de sistemas solares nos estádios brasileiros. A iniciativa de promoção da energia solar fotovoltaica por meio de estádios solares para a Copa do Mundo de 2014 replica a experiência realizada na Copa do Mundo em 2006 na Alemanha e na Eurocopa de 2008, esses projetos servem de vitrine para a difusão da tecnologia no país, exercem uma ação de sensibilização sobre a população, e também criam um mercado de porte razoável para a escala de produção da tecnologia fotovoltaica.

A geração desta tecnologia é renovável e ambientalmente correta, evitando emissões de gases de efeito estufa- GEE e impactos ambientais causados pela geração em grande escala. Redução na demanda de eletricidade nos horários de pico de estabelecimentos comerciais em alguns sistemas urbanos, como edifícios comerciais, por exemplo. Redução do risco de abastecimento pela geração distribuída em relação à geração em grande escala, distante de grandes centros consumidores.

A grande insolação no país e o elevado potencial de geração de energia solar, em especial na Região Nordeste e em regiões do semiárido, onde há escassez de insumos energéticos onde a tarifa de energia é mais cara é hoje considerada o Eldorado Solar.

Hoje as construções residências do programa Minha Casa Minha Vida, já obriga o uso de coletores solares para aquecimento de água, portanto porque não contemplar um pequeno sistema fotovoltaico em cada casa, pois em se tratando de um conjunto residencial, olhando num todo se pode considerar uma pequena usina solar numa área urbana.

A necessidade de capacitar é de fundamental importância, já existem algumas universidades federais que tem em sua grade de ensino o curso de Engenharia de Energia, que aborda todas as energias, inclusive a solar fotovoltaica. Mas este conhecimento deve ser de conhecimento também dos cursos técnicos, como CEFETs, SENAI e outros, pois estes profissionais serão os que farão as instalações destes sistemas e reparos tanto dos sistemas como de equipamentos. Não adianta ter a tecnologia sem uma mão de obra qualificada, pois o “aquecimento” deste mercado não se dará sem uma qualificação, é provável que a demanda seja muito maior a ponto de se não ter pessoal para atender tal mercado.

6.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

São sugeridos como temas para posteriores estudos os seguintes tópicos:

- ❖ Dar ênfase, nos estudos de caso, à avaliação da implantação de sistemas fotovoltaicos em áreas urbana e seu impacto na cidade.
- ❖ Estudo de viabilidade de uma instalação fotovoltaica conectada a rede em uma comunidade de baixa renda no Rio de Janeiro. Apresentando problema e soluções e os impactos desta tecnologia num ambiente que é comum o furto de energia.
- ❖ Estudar novas alternativas construtivas utilizando a tecnologia fotovoltaica integrada à arquitetura e na cidade.
- ❖ Análise de um novo conceito de gerenciamento entre a energia solar fotovoltaica e o *smart grid*.
- ❖ Estudo do mercado da energia solar fotovoltaica e a geração de trabalho no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A CAMINHO DA SUSTENTABILIDADE ENERGETICA: como desenvolver um mercado de renováveis no Brasil. Greenpeace Brasil. Maio, 2008.

A CAPITAL Brasileira do Sol. O Globo, Rio de Janeiro: 6 de maio de 2007. Morar Bem, p.1.

A TERRA NA ESTUFA. Scientific American, Edição Especial n.12, Brasil, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Atlas de energia elétrica do Brasil** / ANEEL.– Brasília : ANEEL, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Atlas de energia elétrica do Brasil** / ANEEL. – Brasília: ANEEL, 2002.

AL GORE. **An Inconvenient Truth**. 1.ed. New York: Rodale, 2006.

ATRAÇÃO DE INVESTIMENTOS NO ESTADO DO CEARA. **Relatório de Energia Solar**. Governo do Estado do Ceara. Dezembro 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Matriz Energética Nacional 2030 / Ministério de Minas Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. _ Brasília: MME: EPE, 2007.

CANAL ENERGIA. **Matéria Energia Solar: potencial inexplorado**. 25/06/2010. Disponível em [HTTP://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/imprimir.asp?id=78188](http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/imprimir.asp?id=78188) acesso em 25/06/2010.

CIDADES SOLARES, Osvaldo Soliano Pereira, Ph.D. Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador, dezembro 2006.

CLARKE, Robin T., **O Atlas da Água**. São Paulo: Publifolha,2005.

COELBA - Grupo Neoenergia, Hugo Machado Silvia Filho; Workshop Rio 2006.

COLETÂNEA DE ARTIGOS: **Energia Solar e Eólica**. Volume 1, Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB. Nov. 2006.

COLETÂNEAS DE ARTIGOS – **Energia Solar e Eólica**. Volume 2, Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB. Nov. 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balço Energético Nacional 2011**: Ano base 2010 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE, 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balço Energético Nacional 2010**: Ano base 2009 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2010.

ENERGIA SOLAR Y EOLICA – unidad didactica 12 – instalações fotovoltaicas conectadas a red – Máster D.

ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY. EERE Information Center, October 2011. Disponível em: www.eere.energy.gov/informationcenter Acesso em: 25/11/2011

GRUPO DE TRABALHO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS - GT-GDSF. **Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Editores: Ronaldo Seroa da Motta... [et al.]. Brasília: Ipea, 2011.440 p.

HSM MANAGEMENT, março-abril, 2009. A Economia da Energia Solar.pag.92-100.

HINRICHS, Roger A., et al. **Energia e Meio ambiente**. Cengage Learning, 4ed., Brasil, 2011, 708p.

INDICADORES AMBIENTAIS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: BRASIL. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos – IPP, Secretaria Municipal de Urbanismo, Secretaria Municipal de Meio Ambiente – Departamento de Tecnologia e Informação. – Rio de Janeiro: IPP, 2005.

JORNAL O GLOBO, **Aquecimento altera mapas**. O Globo, Rio de Janeiro: 4 de setembro de 2007. Ciência, p.28.

LA ROVERE, Emilio L. **Projeto “A Carta Do Sol” Relatório Técnico - Subsídios Para O Planejamento Da Promoção Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil**. LIMA/PPE/COPPE/UFRJ. UFRJ — Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 19 de Agosto de 2011.

LISTA JUNIOR, Orlando. **Sistemas fotovoltaicos conectados a rede: Estudos de caso – 3 kWp instalados no estacionamento do IEE-USP**. 2005. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

MANUAL DE ENGENHARIA – **Sistemas Fotovoltaicos**. Grupo de Trabalho de Energia Solar. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 1999.

MARQUES, Milton, HADDAD, Jamil, MARTINS, André R. S. **Conservação de Energia-eficiência de Energética de Equipamentos e Instalações**. Itajubá, MG: FUPAI, 2006.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Relatório do Grupo de Trabalho em Sistemas Fotovoltaicos – GT-GDSF** / Ministério de Minas e Energia – Brasília – Brasil – 2009. 222. p.

MOURA, Vanessa; SCHIMID, Aloísio Leoni. **Integração de Sistemas Fotovoltaicos na Arquitetura Brasileira Contemporânea**: Potencial enquanto conceito arquitetônico em shopping. Universidade Federal do Paraná. Centro Politécnico. Laboratório de Conforto Ambiental, 2007.

NATIONAL GEOGRAPHIC, Special Report. **Village Green**. June 22, 2008.pag, 72 a 87.

NBR 5410, Instalações Elétricas de Baixa Tensão, ABNT, 1990.

PEARCE, Fred. **Aquecimento Global**. Série mais Ciência. São Paulo: Publifolha, 2002.

PEREIRA, Enio Bueno. (et al). **Atlas brasileiro de energia solar**. – São José dos Campos : INPE, 2006.

PHOTON. **Fotovoltaica en Brasil**. Mercado a punto de despegar. Setiembre, 2010.

PHOTOVOLTAIC Technology and System Design Training Manual. Siemens Solar Industries, Siemens, 1995.

PHOTOVOLTAICS DESING AND INSTALLATION MANUAL. Solar Energy International - SEI. Ed. NSP. Canada, December, 2008.

PV MAGAZINE. **Portable, shapeable, durable**. Sept-2011. P.224 – 230.

RENEWABLE ENERGY FOCUS. **End-of-life PV: then what?** July/August 2009. Ed. Elsevier – ISES.

RENEWABLE ENERGY WORLD MAGAZINE – **Policy & Market: Brazil**. A View from the top. Brazil's renewable energy success story. v. 14 n. 5. September/October 2011.p.33 - 37.

RENEWABLE ENERGY WORLD MAGAZINE. **Urban Occupation**. September / October, 2008. Volume 11, number 5.p. 114-124.PennWell.

REVISTA SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. **Um plano para a energia sustentável**. Ed. Duetto. Dezembro de 2009, p. 34-41.

RIBAS, Alexandre, (et al.). **ENERGIAS RENOVAVEIS: Usinas Termo solares**. UNESP, São Paulo, junho 2007.

ROAF, Susan. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman,2006.

RUTHER, Ricardo. ZILLES, Roberto. **Eletricidade solar para os telhados do Brasil**. Jornal Valor Econômico, 2010.

SCHAEFFER, Roberto et al. **Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. COPPE, junho 2008.

SCIENTIFIC AMERICAN – **Todas as fontes de energia**. Ed. Duetto. N. 32 . 2011.

SOLAR LIVING Source Book, **John Scheaffer & The Real Goods Staff**, Chelsea Green, 1994

SUN & WIND ENERGY 5/2009. P. 22- 28.

THE SOLAR Electric Independent Home Book, Fowler Solar Electric Inc, Fowler, 1995.

TOLAMSQUIM, Mauricio T. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro**. Rio de Janeiro: Synergia, 2011.

_____ **Fontes renováveis de energia no Brasil**.1.ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003.

UNIVERSALIZAÇÃO DO ACESSO E USO DA ENERGIA ELÉTRICA NO MEIO RURAL BRASILEIRO: lições do Programa Luz para Todos / IICA – Brasil: IICA, 2011.

WORKSHOP ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA INTEGRADA A EDIFICAÇÃO. Florianópolis – SC. **Curso Básico sobre tecnologias, projetos e instalação de sistemas fotovoltaicos.** 1-4 de dezembro de 2009.

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, Rio de Janeiro, agosto de 2006. Fontes Renováveis de Energia. COPPE- UFRJ. V.II.

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA. Fontes Renováveis de Energia. ANAIS, (Org) COPPE-UFRJ, 2006.

XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3137-3145 - Mapas de irradiação solar para o Brasil – Resultados do Projeto SWERA.

ZILLES, Roberto, OLIVEIRA, Sergio H. F. de, MACEDO, Wilson Negrão. **Sistemas Fotovoltaicos conectados a rede Elétrica:** Fundamentos operacionais e Exemplos de Sistemas em Operação no País. Santa Catarina: UFSC, 2009.

_____ **Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável – Sistemas Fotovoltaicos Aplicações da Energia Solar Fotovoltaica.** IEE. USP, 2007.

_____ **Sistemas fotovoltaicos Conectados a Rede.** Ed. Brasileira – julho/agosto, 2010, n. 2.

Agência Internacional de Energia. Disponível em: <http://www.iea.org> Acesso em: 2012.

Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) – Disponível em: <http://www.irena.org> Acesso em: 20/06/2012.

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – Disponível em: www.aneel.gov.br Acesso em: 2011.

Associação de Indústrias Fotovoltaicas Europeias (EPIA) – Disponível em: <http://www.epia.org> Acesso em: 2012.

Associação de Indústrias Solares da Alemanha (BSW) – Disponível em: <http://en.solarwirtschaft.de> Acesso em: 2012.

Atlas Brasileiro de Energia Solar – Disponível em: <http://mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2007/05.04.14.11/doc/atlas_solar-reduced.pdf>
Acesso em: 26/08/2012.

America do Sol Disponível em: <http://www.americadosol.org/> Acesso em: 2011.

ANEEL Energia Solar Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf Acesso em: 2012.

Smart Grid Disponível em: <http://www.ecodesenvolvimento.org.br/noticiasmsn/ecod-basico-smart-grids-redes-inteligentes#ixzz1or34S4BD> Acesso em: 2012.

Instituto Ideal Disponível em: <http://www.institutoideal.org/conteudo.php?&sys=agenda>
Acesso em: 2012

Secretaria de obras do Rio de Janeiro Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/obras> Acesso em: 2012.

Ministério de Minas e Energia (MME) – Disponível em: www.mme.gov.br Acesso em: 2012.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) – Disponível em: www.ons.org.br Acesso em: 2011.

Para aprender mais sobre fotovoltaico, dos princípios básicos a simulação de um sistema – Disponível em: <http://pveducation.org/pvcdrom> Acesso em: 2011.

Power Systems Research (PSR) – Disponível em: www.psr-inc.com Acesso em: 2012.

Programa residencial de telhados solares para o Brasil: diretrizes de políticas públicas para a inserção da geração fotovoltaica conectada à rede elétrica. (Tese) - Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PECV0621-T.pdf> Acesso em: 2011.

Rede de Políticas de Energia Renovável para o século 21 (REN21) – Disponível em: WWW.REN21.net Acesso em: 2012.

SolarBuzz – Disponível em: <http://www.solarbuzz.com> Acesso em: 2011.

ANEXO A. Especificação Técnica do Modulo KC 85T



THE NEW VALUE FRONTIER.



KC85T

HIGH EFFICIENCY MULTICRYSTAL PHOTOVOLTAIC MODULE



HIGHLIGHTS OF KYOCERA PHOTOVOLTAIC MODULES

Kyocera's advanced cell processing technology and automated production facilities produce a highly efficient multicrystal photovoltaic module.

The conversion efficiency of the Kyocera solar cell is over 16%. These cells are encapsulated between a tempered glass cover and a potant with back sheet to provide efficient protection from the severest environmental conditions. The entire laminate is installed in an anodized aluminum frame to provide structural strength and ease of installation.



APPLICATIONS

- Microwaves / Radio repeater stations
- Electrification of villages in remote areas
- Medical facilities in rural areas
- Power source for summer vacation homes
- Emergency communication systems
- Water quality and environmental data monitoring systems
- Navigation lighthouses, and ocean buoys
- Pumping systems for irrigation, rural water supplies and livestock watering
- Aviation obstruction lights
- Cathodic protection systems
- Desalination systems
- Recreational vehicles
- Railroad signals
- Sailboat charging systems
- etc.

QUALIFICATIONS

- **MODULE** : UL 1703 certified
Hazardous Location Class I, Div 2, Groups A, B, C and D
- **FACTORY** : ISO9001 and ISO 14001

QUALITY ASSURANCE

Kyocera multicrystal photovoltaic modules have passed the following tests.

- Thermal cycling test ● Thermal shock test ● Thermal / Freezing and high humidity cycling test ● Electrical isolation test
- Hail impact test ● Mechanical, wind and twist loading test ● Salt mist test ● Light and water-exposure test ● Field exposure test

LIMITED WARRANTY

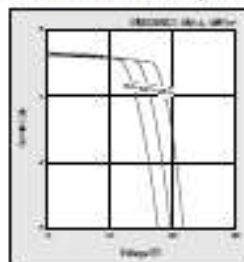
● 1 year limited warranty on material and workmanship

● 20 years limited warranty on power output: For detail, please refer to "category IV" in Warranty issued by Kyocera

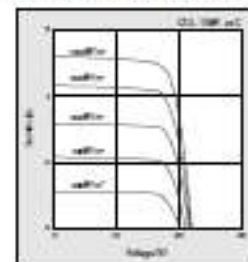
Long term output warranty shall warrant if PV Module(s) exhibit power output of less than 90% of the original minimum rated power specified at the time of sale within 10 years and less than 80% within 20 years after the date of sale to the Customer. The power output values shall be those measured under Kyocera's standard measurement conditions. Regarding the warranty conditions in detail, please refer to Warranty issued by Kyocera.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Current-Voltage characteristics of Photovoltaic Module KC85T at various cell temperatures



Current-Voltage characteristics of Photovoltaic Module KC85T at various irradiance levels

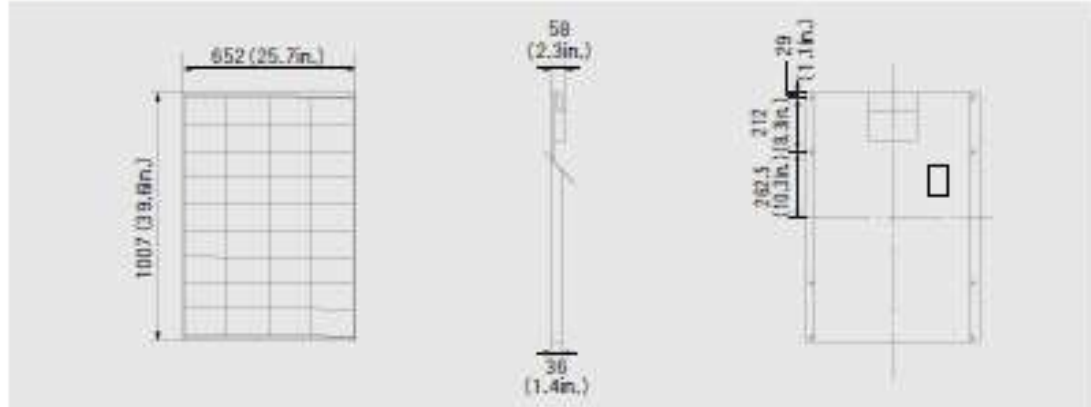


SPECIFICATIONS

KC85T

■ Physical Specifications

Unit: mm (in.)



■ Specifications

■ Electrical Performance under Standard Test Conditions (STC)

Maximum Power (P _{max})	87W (1.04%/°C - 1%)
Maximum Power Voltage (V _{mp})	17.4V
Maximum Power Current (I _{mp})	5.00A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	21.7V
Short Circuit Current (I _{sc})	5.34A
Max System Voltage	600V
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.21×10 ⁻³ V/°C
Temperature Coefficient of I _{sc}	2.12×10 ⁻³ A/°C

STC: Irradiance: 1000W/m², AM1.5 spectrum, module temperature 25°C.■ Electrical Performance at 800W/m², NOCT, AM1.5

Maximum Power (P _{max})	62W
Maximum Power Voltage (V _{mp})	15.3V
Maximum Power Current (I _{mp})	4.06A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	19.7V
Short Circuit Current (I _{sc})	4.31A

NOCT: Module Temperature 45°C.

■ Cells	
Number per Module	36

■ Module Characteristics	
Length × Width × Depth	1007mm(39.6in.)×652mm(25.7in.)×58mm(2.3in.)
Weight	6.2kg(13.6lbs.)

■ Junction Box Characteristics	
Length × Width × Depth	100mm(3.9in.)×60mm(2.4in.)×30mm(1.2in.)
IP Code	IP65

■ Reduction of Efficiency under Low Irradiance	
Reduction	5.1%

Reduction of efficiency from an irradiance of 1000W/m² to 200W/m² (module temperature 25°C)

Please contact our office for further information.



KYOCERA Corporation

■ KYOCERA Corporation Headquarters

CORPORATE SOLAR ENERGY DIVISION
4-1-1 NISHIKI, TOKYO 100-8302, JAPAN
FAX: 81-3-6581-3630
TEL: 81-3-6581-3631
TEL: 81-75-824-3476 FAX: 81-75-824-3478
http://www.kyocera.com

● KYOCERA Solar, Inc.

1112 EAST ACORN DRIVE
MCDONOUGH, AZ 85056, USA
TEL: 1-480-648-8000 or 800-229-8881 FAX: 1-480-648-8441
http://www.kyocerasolar.com

● KYOCERA Solar do Brasil Ltda.

AV. SETE MARCOS 891, LOTA 4
22780-200, RIBEIRÃO DO SAPO, RIO DE JANEIRO, BRAZIL
TEL: 55-21-2427-8226 FAX: 55-21-2427-2226
http://www.kyocerasolar.com.br

● KYOCERA Solar Pty Ltd.

LOTES 3, 6-10 TRAVESSA ROSA, RUA 1113
MURUBI, 21112, ACARIQUE
TEL: 55-11-2370-3939 FAX: 55-11-2370-3939
http://www.kyocerasolar.com.br

● KYOCERA Finoceramics GmbH

1112 MÜLLER STRASSE 107, D-12730 COTTBUS, GERMANY
TEL: 49-3571-2-8334-917 FAX: 49-3571-8334-942
http://www.kyocerasolar.com

● KYOCERA Asia Pacific Pte. Ltd.

288 HONG KONG ROAD, #13-0308
CENTRAL PLAZA, SINGAPORE 151308
TEL: 65-63271-0300 FAX: 65-63271-0600

● KYOCERA Asia Pacific Ltd.

ROOM 601-602, TOWER 1, SOUTH ASIA CENTRE, 75 MOSEY ROAD,
TERRACEWAY EAST, SINGAPORE, SINGAPORE
TEL: 65-6327-1007 FAX: 65-6327-723-8801

● KYOCERA Asia Pacific Ltd. Taipei Office

10 FLOOR, NANSHAN WEST ROAD, TAIPEI, TAIWAN
TEL: 886-2-2558-8808 FAX: 886-2-2558-8131

● KYOCERA(Tianjin) Sales & Trading Corporation

10F, TOWER C, HONGKONG BUILDING SA, GUANGHUA RD.,
CHINA TIANJIN DISTRICT, TIANJIN 300010, CHINA
TEL: 86-22-8383-2070 FAX: 86-22-8383-2060

Kyocera reserves the right to modify these specifications without notice.

L.E.804-K703-SAG304

ANEXO B. Especificação Técnica da Bomba Anauger



Manual de Instruções

DADOS TÉCNICOS

anauger solar P100
anauger solar R100

Líquido de bombeamento.....Água limpa
 Temperatura máxima do líquido.....35°C
 Resistência a umidade.....Classe IP58
 Altura manométrica máxima.....40 metros
 Proteção contra choque elétrico.....Classe I
 Isolação das bobinas.....Classe H
 Classificação do Produto.....Aparelho fixo/ uso interno

Dimensões da Bomba

Modelo	Altura	Diâmetro	Saída
Anauger P100	300mm	143mm	3/4 pol. (19mm)
Anauger R100	300mm	220mm	3/4 pol. (19mm)

Potência do Sistema	Elevação H (metros de coluna de água)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
100 Wp	4600	3700	3000	2400	1950	1550	1200	900	650
130 Wp	6300	5050	4100	3300	2600	2050	1600	1200	900
170 Wp	8600	7000	5600	4500	3650	2900	2250	1700	1200

O volume bombeado é influenciado pela variação da irradiação solar, para os valores acima foram obtidos na condição de 6.0kWh/m² por dia.

DRIVER: DADOS TÉCNICOS.

Modelo.....Driver 100
 Tensão de entrada máxima.....36 Vcc
 Potência de geração dos módulos.....100 - 170Wp
 Proteção contra choque elétrico.....Classe I
 Resistência a Umidade.....IP65

Dimensões gabinete:

Comprimento.....262 mm
 Altura.....115 mm
 Largura.....161 mm



MÓDULO SOLAR - ESPECIFICAÇÕES

O circuito de geração fotovoltaico para o sistema de bombeamento, deverá ser composto por dois módulos solares, com voltagem nominal de 17Vcc, sempre ligados em série para obter a tensão de trabalho do Driver que é 36Vcc. A soma das potências dos módulos será o valor total da potência do sistema.

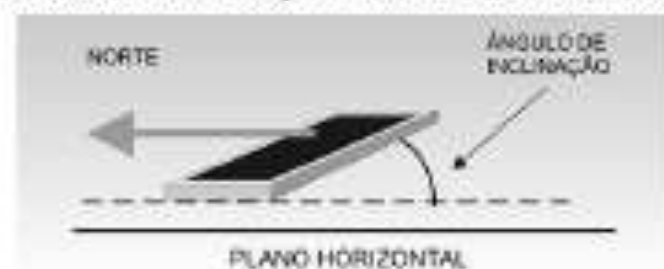
Atenção: Sempre utilize módulos de mesma potência, para não gerar desequilíbrio ao sistema.

Potência do Sistema	Quantidade de módulos	Especificação do módulo	Ligar módulos em	Voltagem do Sistema Máx.
100 Wp	2	50Wp / 17Vcc	série	36Vcc
130 Wp	2	65Wp / 17Vcc	série	36Vcc
170 Wp	2	85Wp / 17Vcc	série	36Vcc

INSTALAÇÃO DOS MÓDULOS

- Os módulos devem ser instalados em locais que tenham total exposição à luz solar.
- Instalar o módulo o mais próximo possível do poço.
- A fixação deve ser feita em suportes ou perfis, preferencialmente metálicos, e fortemente fixados para receber ventos e tempestades. Recomenda-se o aterramento do suporte.
- A face de exposição do módulo deve estar voltada para o Norte geográfico (no hemisfério sul) ou para o Sul geográfico (no hemisfério Norte), inclinados em relação ao plano horizontal, onde o Ângulo de inclinação varia de acordo com a latitude do local.
- Não são recomendáveis inclinações menores que 15°, para não permitir o acúmulo de sujeira.
- Os módulos são fornecidos com a furação adequada para sua fixação. Não faça novos furos para não enfraquecer a estrutura ou permitir a oxidação. A garantia também não cobre painéis adulterados.
- É recomendado deixar um espaço entre a superfície de fixação e o módulo para prover a circulação do ar. A ventilação é importante para manter temperaturas mais baixas e evitar a condensação de umidade na parte traseira do módulo.

ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO MÓDULO SOLAR CONFORME LOCALIZAÇÃO.



ESTADOS	Ângulo de inclinação Graus (°)	ESTADOS	Ângulo de inclinação Graus (°)
ACRE	18	PARANÁ	18
ALAGOAS	15	PARANÁ	22
AMAPA	18	PERNAMBUCO	18
AMAZONAS	15	PIAUI	18
BAHIA	10	RIO DE JANEIRO	22
CEARA	15	RIO GRANDE DO NORTE	18
ESPIRITO SANTO	20	RIO GRANDE DO SUL	20
GOIAS	18	RORAIMA	18
MARANHAO	15	RORAIMA	15
MATO GROSSO	18	SANTA CATARINA	22
MATO GROSSO DO SUL	20	SAO PAULO	22
MINAS GERAIS	18	SERGIPE	18
PARA	15	TOCANTINS	18

INSTALAÇÃO DO DRIVER

- 1 - Instalar o DRIVER o mais próximo possível do poço.
- 2 - Fixar o DRIVER em local protegido da ação direta de sol e chuva.
- 3 - Bornes com fios azuis: Ligação da bomba.
- 4 - Bornes com fio preto e vermelho: ligação dos módulos, fio preto negativo e fio vermelho positivo.
- 5 - Utilizar para fixação do driver as fôrmas existentes no gabinete através do sistema de fechamento da tampa.

- bomba (azul)
- bomba (azul)
- terra
- terra
- positivo (vermelho)
- negativo (preto)



BITOLAS DO CABO ELÉTRICO.

A bitola adequada do cabo elétrico e as emendas bem feitas evitam a queda de tensão, proporcionando um maior rendimento ao sistema. Utilize a bitola do cabo elétrico de acordo com as distâncias dos circuitos elétricos.

Circuito elétrico dos MÓDULOS até DRIVER:

Tabela 1

Comprimento máximo do cabo elétrico – dos Módulos até o DRIVER

Bitola do fio	4,0mm ²
Comprimento	40m



Circuito Elétrico do DRIVER até a bomba:

IMPORTANTE: Para proteção da bomba e controle de nível em reservatório, instalar o aneque SensorControl no circuito entre a bomba e o driver, porém, adicionar à metragem de cabo necessária a ligação ao comprimento total do circuito.

Tabela 2

Comprimento máximo do cabo elétrico – do DRIVER até a bomba

Bitola do fio	4,0mm ²
Comprimento	40m



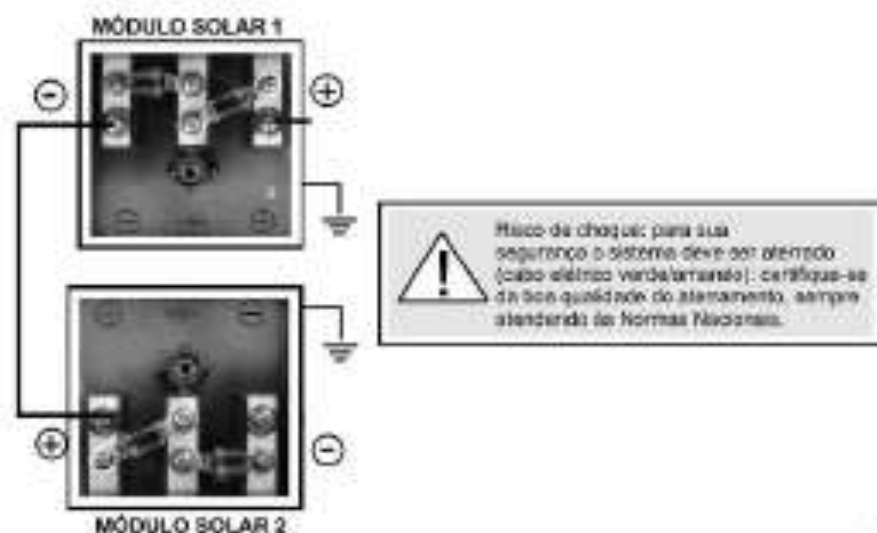
LIGAÇÃO DO MÓDULO SOLAR

O circuito elétrico consiste na instalação de dois módulos solares de mesma potência, ligados em série.

IMPORTANTE: Os módulos solares geram energia em corrente contínua, uma vez expostos à luz. Cubra-os com plástico preto ou o mais opaco possível e mantenha-os cobertos enquanto estiver efetuando a instalação ou manutenção.

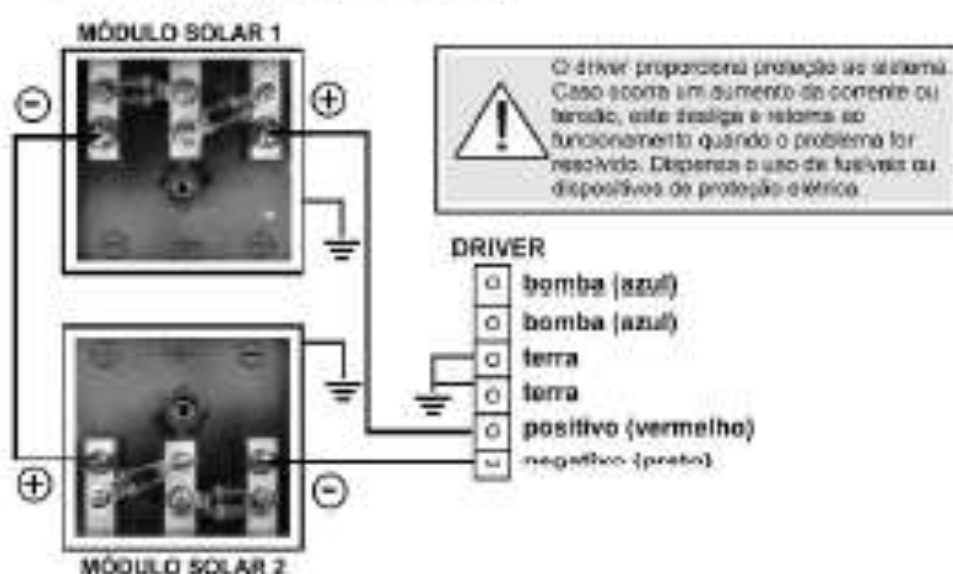


1 - Ligar em série unindo o pólo negativo do módulo 1 ao pólo positivo do módulo 2. Para estas ligações utilize fio com bitola de 1,5mm².

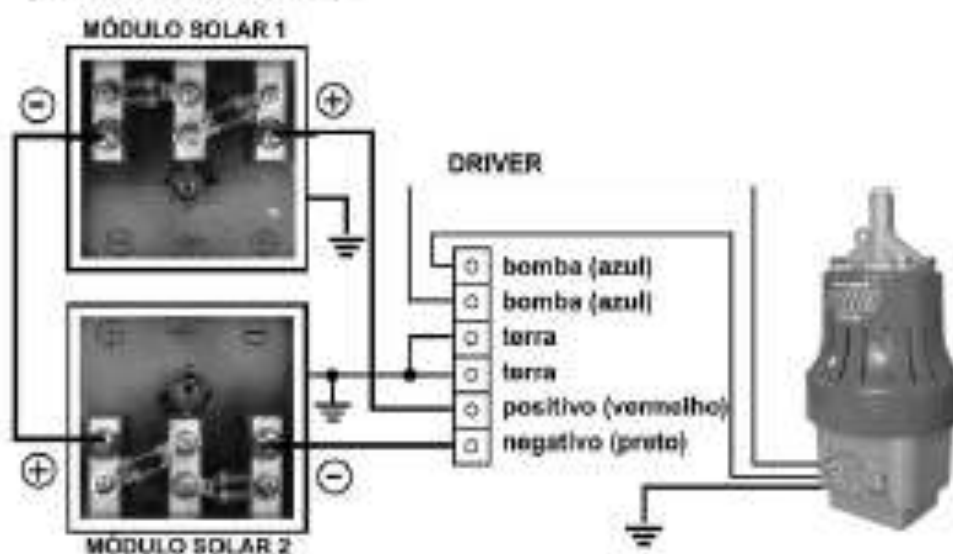


LIGAÇÃO DO DRIVER E BOMBA

- 1 - O positivo do módulo 1 (fio vermelho) ligar ao positivo do DRIVER (ver bitola do fio tabela 1)
- 2 - O negativo do módulo 2 (fio preto) ligar ao negativo do DRIVER (ver bitola do fio tabela 1).



- 3 - O fio da bomba deve ser ligados no DRIVER, nos conectores "bomba" (ver bitola do fio tabela 2).



VOLUME DO BOMBEAMENTO

Tabela 3

		L = Comprimento total da tubulação (em metros), da bomba até o reservatório																	
		10	20	40	60	80	100	120	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	
H = Altura manométrica total, em metros		5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	30	35	40
		H = Altura manométrica total, em metros	5	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	35	40
6	12		13	14	15	16	17	18	19	21	23	25	27	29	31	36	40		
7	13		14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	32	37	40		
8	14		15	16	17	18	19	20	21	23	25	27	29	31	33	38	40		
9	15		16	17	18	19	20	21	22	24	26	28	30	32	34	39	40		
10	16		17	18	19	20	21	22	23	25	27	29	31	33	35	40	40		

Para encontrar a vazão de sua bomba é necessário obter a altura manométrica total de sua instalação, vide **Tabela 3**.

Siga as seguintes instruções:

1º Qual a altura (h), em metros, da entrada de água na bomba até o reservatório?

2º Qual o comprimento total da tubulação (L), em metros, da bomba até o reservatório?

3º Utilizando a tabela acima encontre a altura manométrica total (H), em metros.

De posse da altura manométrica total (H), utilize a **Tabela 4** e encontre a vazão correspondente para sua bomba.

Importante: Cálculo orientativo, sujeito a variações. Para maiores informações consultar a **anauger** ou a Rede de Assistência Técnica.

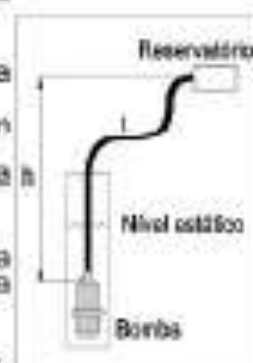


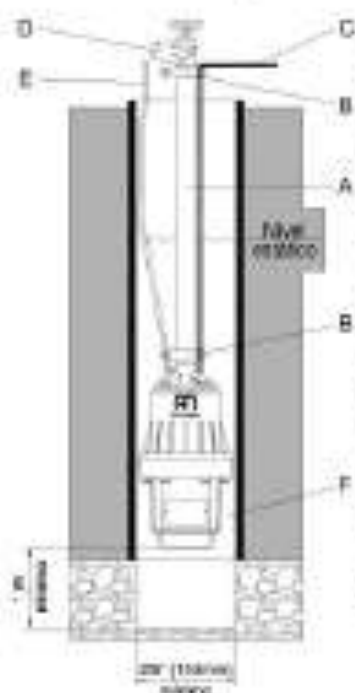
Tabela 4

Potência do Sistema	Elevação H (metros de coluna de água)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
100 Wp	4600	3700	3000	2400	1950	1550	1200	900	650
130 Wp	6300	5050	4100	3300	2600	2050	1600	1200	900
170 Wp	8600	7000	5600	4500	3650	2900	2250	1700	1200

O volume bombeado é influenciado pela variação da irradiação solar, para os valores acima foram obtidos na condição de 6,0kWh/m² por dia.

IMPORTANTE: As vazões da bomba estão sujeitas a variação devido ao nível de radiação solar da região e condições meteorológicas.

INSTALAÇÃO DA BOMBA *anauger solar P100*



1 - A bomba deve ser instalada mantendo uma distância mínima de 1m do fundo do poço. A bomba deve trabalhar totalmente submersa, sustentada pela mangueira e obrigatoriamente na parte revestida do poço (F).

2 - Para movimentar, colocar ou retirar a bomba do poço, utilize a mangueira ou uma corda de segurança adicional (E), não metálica, que pode ser fixada na saída da bomba. Recomendamos corda de "nylon" com diâmetro de 6mm.

3 - Recomendamos mangueira de Polietileno (A), com diâmetro interno de 3/4 de polegada e parede mínima de 2mm.

4 - Determine o comprimento da mangueira (A) e conecte a bomba com o uso da abraçadeira (B) que compõe o "KIT DE INSTALAÇÃO".

5 - Conecte o cabo elétrico (C) à rede, isolando a emenda com fita de autofusão ou tubo termocolante para que seja totalmente vedada à água.

6 - Instale a curva suporte (D) na mangueira, observando o sentido de fluxo da água (retornar para baixo).



Aplicação: poço subterráneo norma NBR-12212 (tubo ou fôrma reforçada) ou local.
Condição de trabalho: a bomba deve obrigatoriamente trabalhar na parte revestida do poço.



Instale a bomba em poço totalmente revestido (Plástico, ferro fundido ou aço). Em poço parcialmente revestido (pedra), não recomendamos que a bomba seja instalada na parte não coberta, pois pode gerar danos ao Produto.



A bomba deve trabalhar sustentada apenas pela mangueira. Se instalado a corda de segurança adicional ela deve estar frouxa.

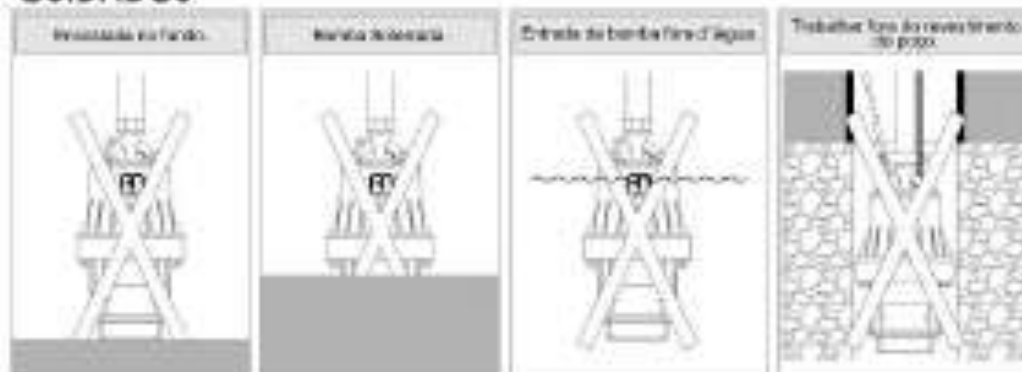


Não interromper ou restringir a passagem de água na tubulação com o uso de válvulas ou obstruções na mangueira.



Esta bomba foi projetada para operar com água limpa, não utilize em locais químicos ou meios com corantes agressivos.

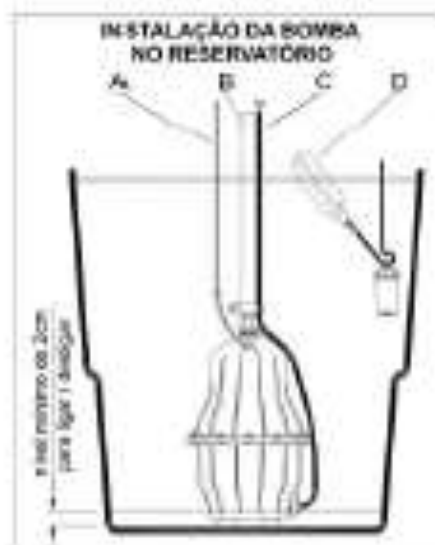
CUIDADOS



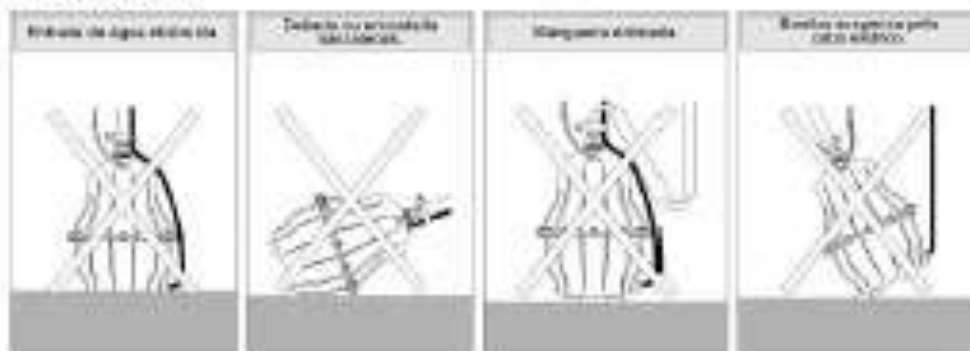


INSTALAÇÃO DA BOMBA *anauger solar R100*

- 1 - A bomba deve ser instalada sobre uma superfície plana e rígida.
Atenção quanto ao nível de água mínimo para ligar e desligar a bomba.
- 2 - Para movimentar, colocar ou retirar a bomba do reservatório, utilize a mangueira ou uma corda de segurança adicional (A), não metálica, que pode ser fixada aos anéis próximos da saída da bomba. Recomendamos corda de "nylon" com diâmetro de 6mm.
- 3 - Recomendamos mangueira de PVC ou Polietileno (B), com diâmetro interno de 3/4" protegida e parede mínima de 2mm.
- 4 - Conecte o cabo elétrico (C) à rede, isolando a emenda com fita de autofusão ou tubo termocontrátil para que seja totalmente vedada à água.
- 5 - Recomendamos o uso do anauger Sensor Control (D), cód. 50992 ou 50983.
Evita que a bomba trabalhe sem água.
IMPORTANTE: Para proteção da bomba e controle de nível em reservatório, instalar o anauger SensorControl no circuito entre a bomba e o driver, porém, adicionar à metragem de cabo necessário a ligação ao comprimento total do circuito, ver página 6.



GUIA DOS





TERMO DE GARANTIA LIMITADA

Os produtos **anauger** atendem as Normas Nacionais e Internacionais em seu projeto e fabricação, o que nos permite conceder **GARANTIA DE 1 ANO** contado a partir da data de venda constante na respectiva nota fiscal, desde que a instalação e a utilização tenham ocorrido conforme orientações contidas no manual de instruções.

Esta garantia obrange somente os defeitos decorrentes do processo de fabricação.

Pegaj e componentes de borracha e acessórios em geral, sujeitos a desgaste natural, tem garantia restrita ao prazo legal de 90 dias.

Em caso de defeito neste período de garantia, procure o Posto de Serviço **anauger**, constante na relação anexa, para a devida avaliação. Sendo reconhecida a **GARANTIA**, as peças substituídas serão substituídas sem custo, ficando o cargo do proprietário ou garante com o envio e a retirada nos locais indicados pela **anauger**.

Para obter os benefícios desta garantia é necessário apresentar ao Posto de Serviço **anauger** o **Certificado de Garantia** devidamente preenchido e a **Nota Fiscal de Venda**.

A **GARANTIA** será automaticamente cancelada se o produto for violado ou utilizado fora das especificações para os quais foi projetado, tais como: bombear líquido que não seja água limpa, pressão acima da especificada, voltagem incorreta ou incorreta e se não atender os procedimentos de instalação contidos neste manual.

Esta **GARANTIA** exclui: A) Defeitos ocasionados por instalação incorreta, uso inadequado do produto, ou por não observar as instruções contidas neste manual; B) Mão-de-obra, transporte e custos relacionados para que o proprietário tenha o produto a disposição da **anauger** para verificação da garantia; C) Custos com a reinstalação do produto; D) Os danos provenientes por qualquer causa que esteja coberto por perdas ocasionadas pela interrupção de funcionamento do produto.

Indústria de Motores **Anauger S.A.**

Todos os direitos reservados à Indústria de Motores Anauger S.A.

Código: outubro/12/11
Código: 48/07



Indústria de Motores **Anauger S.A.**

Rua Prefeito José Carlos, 2555 - CEP 13295-000 - Itupeva - SP - Brasil

Tel.: (11) 4591 1661 - Fax: (11) 4591 1658

Http:// www.anauger.com.br - e-mail: bombas@anauger.com.br

CNPJ 09.134.535/0001-24 - Made in Brazil

ANEXO C.
Matéria Jornal O Globo



NA MANHÃ NUBLADA, ducha vira filete e frustra quem pretende se refrescar

biente é ótima, mas seria melhor se o equipamento armazenasse a energia solar e gerasse água mesmo em dias quentes, porém sem sol como hoje.

Quem também fez ressalvas sobre o equipamento foi o procurador municipal Gustavo Guerra.

— Eu estava esperando que tivesse energia suficiente para funcionar mesmo em dias nublados. A ideia é inovadora e, do ponto de vista ecológico, excelente, mas deveria ser aprimorada — acredita.

So depender da previsão do tempo,

o chuveirinho vai passar mais dias sem funcionar do que ligado. O verão chega na madrugada da próxima quinta-feira, dia 22, mas a previsão não é das melhores. Esta semana, segundo o Climatempo, deve ser de tempo instável e, depois do Natal, uma frente fria deve chegar à cidade trazendo bastante chuva.

— A La Niña está de volta e isso é um fator preocupante. Este fenômeno é o principal causador de chuva forte durante longos períodos do verão — diz o meteorologista Paulo Matsuo.

ANEXO D.
Matéria Jornal O Globo

Movido a dias bonitos

Accionada por energia solar, ducha na orla vira filete com tempo nublado

Carolina Radu

carolina.radu@o Globo.com.br

• Se o dia estiver ensolarado, os cariocas podem aproveitar a novidade da Praia de Ipanema, uma ducha ecológica instalada entre as ruas Joana Angélica e Vinícius de Moraes. Mas se o tempo estiver quente, com o famoso mormaço, e nublado, nem pensar em morriço, e nublado, nem pensar em se refrescar à vontade no chuveirinho. Accionado com energia solar, ele funciona a pleno vapor se estiver sol — como atestaram os usuários na manhã do último sábado, quando ele foi inaugurado — e vira apenas um filete de água quando o tempo não está lá grande coisa, como ontem.

O chuveiro transforma a energia solar em elétrica para captar água do lençol freático por meio de uma bomba instalada a nove metros de profundidade. Atualmente, os outros chuveiros da praia não têm nada de verde — são alimentados por bombas a diesel, gasolina e energia elétrica. O novo modelo não emite carbono.

Tecnologia à parte, o sucesso do novo chuveiro foi grande. No sábado, banhistas lutam fila para apreciar a novidade. O equipamento foi instalado a partir de uma parceria entre a Secretaria municipal de Meio Ambiente, a Blue Sol, que doou a ducha, e o Instituto-E, responsável por manter o local. Ele foi instalado num deque de madeira reciclada, com 72 metros quadrados, que será ainda rodeado por 700 mudas de plantas. A previsão é de que todo o conjunto seja inaugurado até a última semana do ano.

O secretário municipal de Meio Ambiente, Carlos Alberto Muniz, acredita que o deque, ou mirante, como ele preferiu chamar a estrutura, será um ótimo ponto para que cariocas e turistas vejam o pôr do sol, conversem e aproveitem a ecoducha.

— O local também terá a vegetação de outrora com o plantio da vegetação de restinga — disse Muniz. — Este é um projeto-piloto e a intenção é ver a receptividade do públi-



COM DIA ENSOLARADO, banhistas aproveita chuveiro ecológico de Ipanema

co. Em seguida, vamos estudar a viabilidade de colocá-lo em outros pontos da orla.

Se depender do engenheiro Allan Verissimo, que vive nos Estados Unidos e voltou ao Rio, sua cidade de origem, para passar férias, o projeto pode ir adiante.

— Actei bem barata. Deviam fazer mais e espalhar pela orla. Os chuveiros das barracas desperdiçam muita água, este evita justamente isso.

Ao todo, cerca de R\$ 60 mil serão gastos em todo o processo. O chuvei-

ro funciona somente durante o dia e uma placa alerta para que em dias nublados ou chuvosos a quantidade de água diminua, devido a menor incidência do sol. Outrem, com o tempo mais fechado, o chuveiro funcionou parcialmente, gerando apenas um filete de água. A empresária Kalina Molina, de 36 anos, que atualmente vive em Hong Kong e veio ao Rio para aproveitar suas férias, gostou do que viu, mas deu uma sugestão para que ninguém passe estor no dia nublado:

— A ideia de proteger o meio am-

ANEXO E

Matéria do Jornal O Globo



ANEXO F
Matéria Jornal O Globo

Orla abandonada

Faco Cooper todos os dias do Arpoador ao Leblon. Semana passada, parei para dar uma refrescada no Posto 9 e acionei o “Cuca fresca” instalado pela prefeitura com a propaganda de uma empresa de telefonia: não havia uma gota de água! A pessoa que trabalha no posto me informou que o equipamento estava há muito tempo sem funcionar. Parei em frente à Rua Vinicius de Moraes, achando que poderia me refrescar no chuveiro “Solar Blue” que deveria estar funcionando através do sistema solar. Também não havia água e, pelo que eu soube, desde o carnaval passado e por falta de manutenção! Alguém tem que tomar uma providência! Não podemos deixar que destruam nosso patrimônio. Pagamos muitos impostos para não haver retorno!

SIMONE RODRIGUES
Rio

ANEXO G

Todos os projetos P&D da ANEEL

Código DURO	PE	Código ANEEL	Chamada P&D	Título do Projeto	Ampliação Iniciar	Duração (meses)	Segmento	Tema	Estat. da Cobrta	Tipo de Produto	Custo do Projeto	Capacidade Instalada (MWp)
385	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	POCSOLAR	Sim	36	0	OP	FA	ME	R\$ 8.250.250,00	0,000
386	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Análise Técnica e Comercial para a inserção para a inserção da geração solar fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	Sim	36	0	FA	FA	SM	R\$ 48.254.047,14	3,000
387	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Análise Técnica e Comercial para a inserção da geração solar fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 12.050.720,36	1,500
47	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Análise Técnica e Comercial para a inserção da geração solar fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	Sim	36	0	FA	FA	ME	R\$ 24.459.878,72	1,000
48	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Central Fotovoltaica da Plataforma Solar de Pernambuco	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 44.052.186,00	3,000
61	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Desenvolvimento e instalação piloto de geração fotovoltaica para Modelos Estratégicos de Referência Tecnológica, Regulatória, Econômica e Comercial, inserindo esta energia na matriz energética nacional	Sim	36	0	FA	FA	SM	R\$ 0.593.923,38	0,725
68	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Desenvolvimento de componentes e análise de arranjos técnicos e comerciais em geração distribuída com sistemas fotovoltaicos conectados à rede	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 10.000.000,00	0,000
389	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	APRENDIZO TÉCNICO E COMERCIAL PARA INSERÇÃO DA GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 23.361.047,66	1,000
389	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Estudo do impacto da Geração Fotovoltaica Centralizada no Sistema Elétrico	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 21.260.000,00	1,100
403	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Implementação de uma solar fotovoltaica (PV) de 3MWp e avaliação do desempenho técnico e econômico da geração PV em diferentes condições climáticas na matriz elétrica brasileira.	Sim	36	0	FA	FA	ME	R\$ 60.947.400,00	3,000
402	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Ampliação da Usina Magnavox Solar com novas soluções tecnológicas e estratégias comerciais (Projeto SOL-1)	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 2.023.002,00	1,024
480	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Projeto estratégico: Análise Técnica e Comercial para inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 8.275.540,00	0,200
576	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	INSERÇÃO DA GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA JAPONESA CONECTADA A REDE EM PORTO ALEGRE	Sim	36	0	FA	FA	ME	R\$ 11.269.866,00	0,200
541	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	FE-13 - COMPARAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR FONTE SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA DISTRIBUIÇÃO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - SISTEMA ELÉTRICO PARANAENSE	Sim	36	0	FA	FA	ME	R\$ 50.502.047,02	3,000
541	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	APLICADO DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS DE FABRICAÇÃO NACIONAL PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA INTELIGIDA A REDE DE DISTRIBUIÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - SISTEMA ELÉTRICO PARANAENSE	Sim	36	0	FA	FA	SM	R\$ 24.617.576,48	1,000
541	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Análise Técnica e Comercial para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética Brasileira	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 8.422.878,00	1,000
207	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	INSERÇÃO TÉCNICO-COMERCIAL DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA NA REDE DA CPFL - DIVERSIFICANDO A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 11.375.000,00	1,041
602	P	APFPEC008LFR_QUETOPED_004C_00452011	01/3/2011	Análise Técnica e Comercial para inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	Sim	36	0	FA	FA	CM	R\$ 10.467.384,59	1,000
Total											R\$ 305.054.186,00	24,878