

O uso da energia solar em construções sustentáveis e bombeamento de água

Ruberval Baldini

Presidente da ABEAMA

e

Diretor Executivo da BR SOLAR

São Paulo, 07

Julho 2012

Potencial da Energia fotovoltaica

Usina hidrelétrica de ITAIPU: 1350 km² (Lago de Itaipu)

= 14 GW = 80 a **90 TWh/ano** ~ 20% da energia elétrica consumida no Brasil



Sistema fotovoltaico de 1350 km²

= 108 GWp ~ **183 TWh/ano** ~ 40% da energia elétrica consumida no Brasil

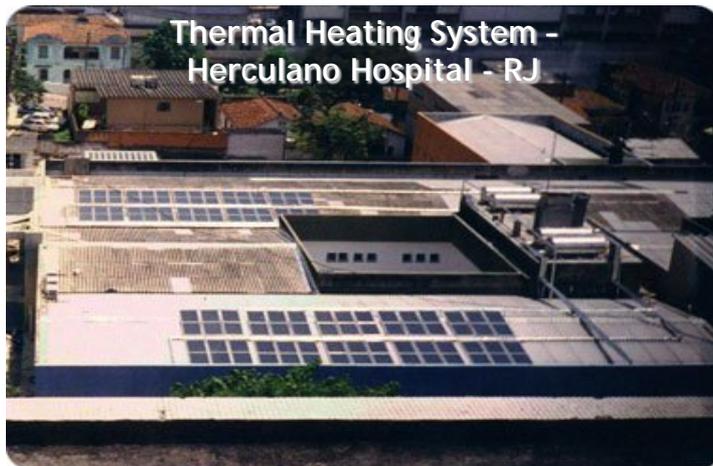
A Energia Solar Térmica no Mundo

A tecnologia solar térmica é uma realidade no mundo, onde sua aplicação no aquecimento de água e de ar beneficiam milhões de pessoas que se utilizam dessas soluções que geram milhares de empregos, contribuindo ainda, para o desenvolvimento sustentável no Planeta.

Dados do aquecimento solar no mercado mundial:

- ✓ 141 milhões de metros quadrados de coletores solares instalados;
- ✓ 98,4 GW_{th} de potência nominal térmica instalada;
- ✓ 58.177 GWh (209.220 TJ) de produção anual de energia;
- ✓ 25,4 milhões de toneladas de CO_2 evitadas (equivalente a 9,3 bilhões de litros de óleo).

SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR



SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



Bairro de Vauban - Freiburg na Alemanha

A energia solar fotovoltaica tem experimentado um forte crescimento no mundo, o que tem possibilitado significativa redução nos seus custos. O Brasil apresenta condições favoráveis ao aproveitamento de tal fonte, não somente devido às condições climáticas, extensão territorial e alto preço da energia elétrica em determinadas regiões, em comparação com outros países, mas também pelas características do seu sistema elétrico e pela grande disponibilidade de recursos naturais, como o silício, matéria-prima de grande parte das placas fotovoltaicas.

Aplicações	Exemplos
Aplicações específicas	Sinalização, telecomunicações, luminárias, usos produtivos, irrigação, cerca elétrica, instalações militares, reservas ambientais e similares etc.
Variado isolado	Domicílios dispersos, uso doméstico, individual, isolado (stand-alone PV systems), Bombeamento de água em áreas remotas para uso doméstico.
Coletivo isolado	Instalações dispersas de uso coletivo, não doméstico, como escolas, postos de saúde, estações de bombeamento de água , iluminação pública, centros comunitários, inserção digital comunitária, etc. (stand-alone PV systems, a exemplo do Prodeem).
Mini-rede isolada	Localidades isoladas, em geral combinado com outras fontes (eólica, diesel, etc.).
Central conectada	Central de geração fotovoltaica conectada à rede; extremidades de rede de distribuição ou outros locais de interesse do sistema elétrico.
Residencial conectado	Tetos e fachadas em áreas eletrificadas, uso individual, em residências, autoprodução com eventual venda de excedente, ou bairros periféricos novos, com instalação pela concessionária em regime de serviço público.
Coletivo conectado	Tetos e fachadas em áreas eletrificadas, uso coletivo, autoprodução com venda de excedente, condomínios residenciais, edificações comerciais, prédios públicos, aeroportos, estádios, portos etc.



Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede em edificações podem atuar em sinergia com o sistema de distribuição. Nos centros urbanos, os sistemas fotovoltaicos poderão ser utilizados em áreas já ocupadas, telhados de residências, coberturas de estacionamentos e coberturas de edifícios, como unidades de geração distribuída.

BIPV (Building Integrated Photovoltaics)



Os impactos visuais que podem alterar as construções convencionais vêm sendo contornados e a arquitetura tem gradualmente incorporado o uso da tecnologia fotovoltaica através da integração das instalações com as edificações conhecido como BIPV (Building Integrated Photovoltaics).



Escritório Central da Suntech-China

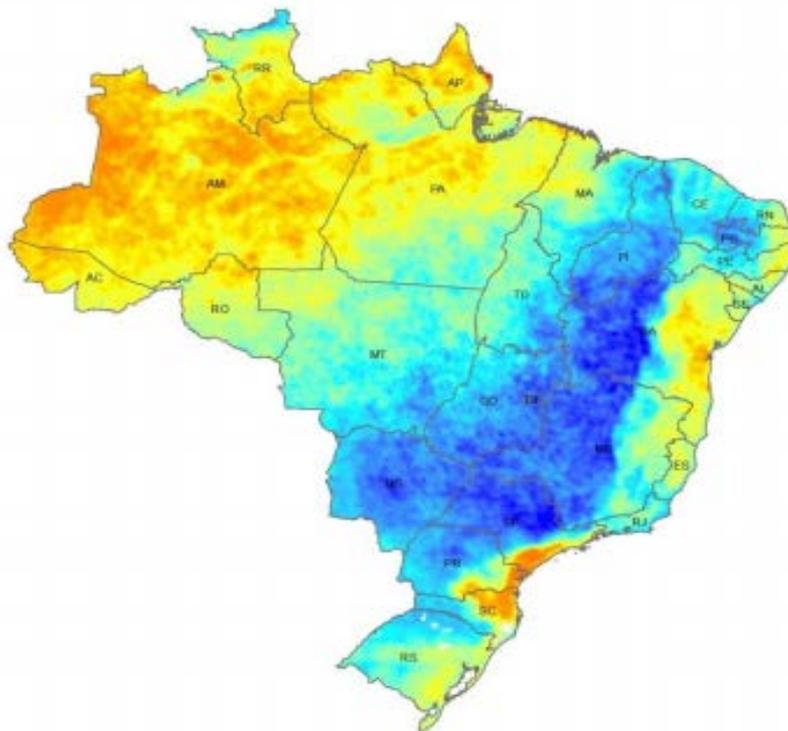


Aeroporto Internacional de São Francisco – E.U.A.

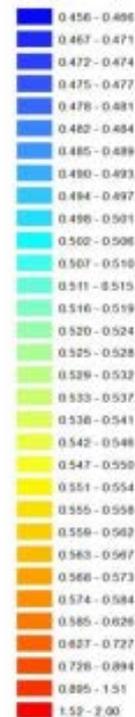
Custos de instalação fotovoltaica

APLICAÇÃO	Residencial	Comercial	Usina
CAPACIDADE (kW)	3	30	30.000
CUSTO DOS MÓDULOS E INVERSORES (R\$)	11.605	116.047	116.047.414
CUSTO DE CABOS E PROTEÇÕES (R\$)	2.250	18.000	13.100.000
CUSTO DO SISTEMA FIXAÇÃO (R\$)	3.750	24.000	14.000.000
DEMAIS CUSTOS (CONEXÃO, PROJETO, ETC.) (R\$)	3.750	30.000	18.000.000
TOTAL (R\$)	21.359	188.047	161.147.414
TOTAL (R\$/W)	7,12	6,27	5,37

Custo de produção da energia fotovoltaica de cada local.



Custo de produção
(R\$/kWh)



Custo de produção de energia (R\$/kWh). Quanto mais fria a cor, menor o custo.

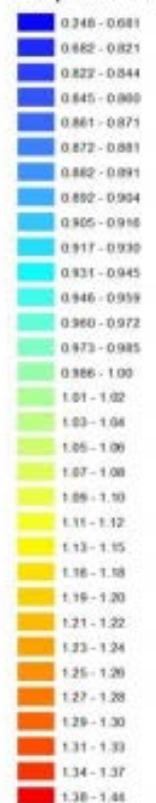
Fonte: abinee

Indicador de viabilidade da energia fotovoltaica

Indicador de viabilidade = $\text{Tarifa de energia com impostos} / \text{Custo de produção solar}$



Índice de
competitividade



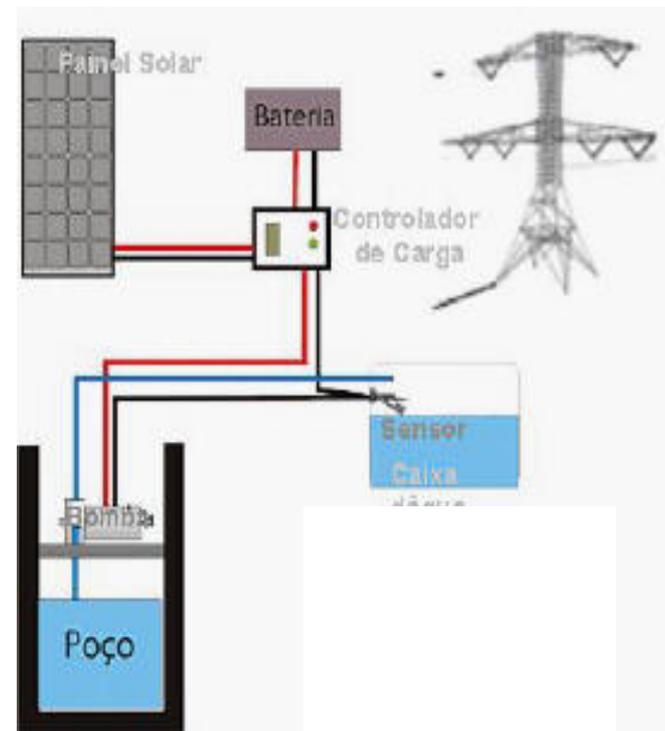
Uma relação superior a 1,0 indica, que a energia solar fotovoltaica já é competitiva.

Uma relação inferior a 1,0 indica, que a energia solar fotovoltaica ainda não é competitiva.

Esse resultado está em acordo com recente Nota Técnica 025 elaborada pela Aneel sobre geração distribuída.

Bombeamento Solar

Uma das vantajosas aplicações em energia solar é o bombeamento de água. Sem custo da energia elétrica, ou do investimento em cabos elétricos para levar energia desde a rede até o local, O sistema solar fornece a energia necessária ao motor da bomba (desenvolvida especialmente para consumir pouca energia e trabalhar com as variações típicas da insolação), efetuando o trabalho. O bombeamento se dará com a energia fornecida pela luz do Sol, captada pelo painel solar e sem qualquer custo adicional.



FONTE: SUNLAB

Bombeamento Solar Tipos

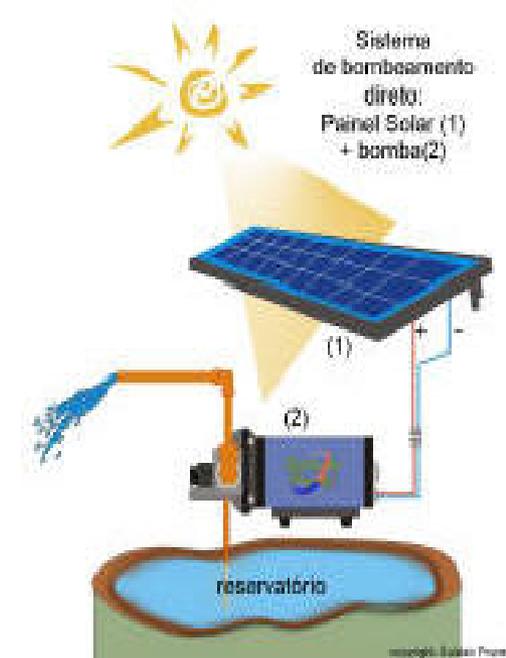
instalação pode ser feita de dois modos, conforme a aplicação:

- **Direto:** Ligando os painéis diretamente à bomba, dimensionados para que ela funcione sempre que houver insolação. O bombeamento se dá durante o dia, variando a quantidade de líquido bombeado conforme o tempo e grau de insolação.

O sistema se compõe da **bomba + painel solar.**

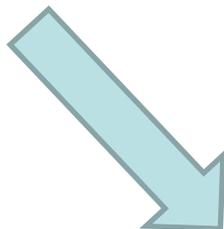
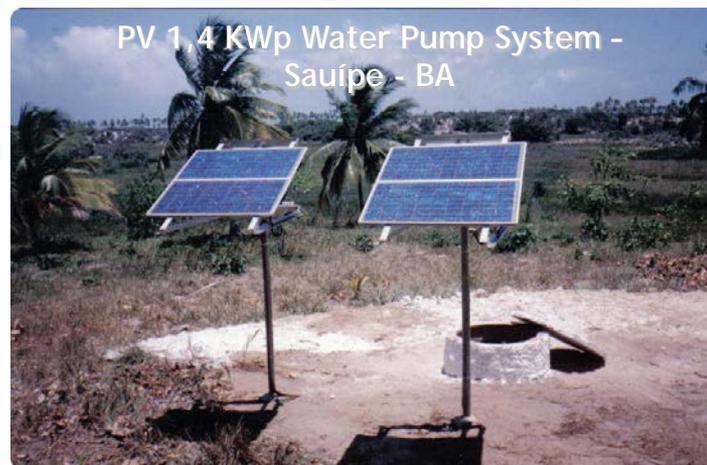
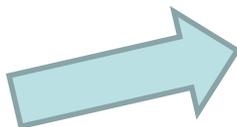
- **Indireto:** Uma vez adicionado um controlador solar, bateria(s) e um interruptor (botão, timer ou chave de nível no reservatório) que controlará o abastecimento, temos o acionamento da bomba sempre que necessário, de dia ou à noite. A energia utilizada virá da bateria que por sua vez será recarregada pelo painel solar.

Neste caso o "sistema" se compõe da **bomba + painel solar + controlador de carga + bateria.**



FONTE: SUNLAB

Bombeamento Solar e energia of grid

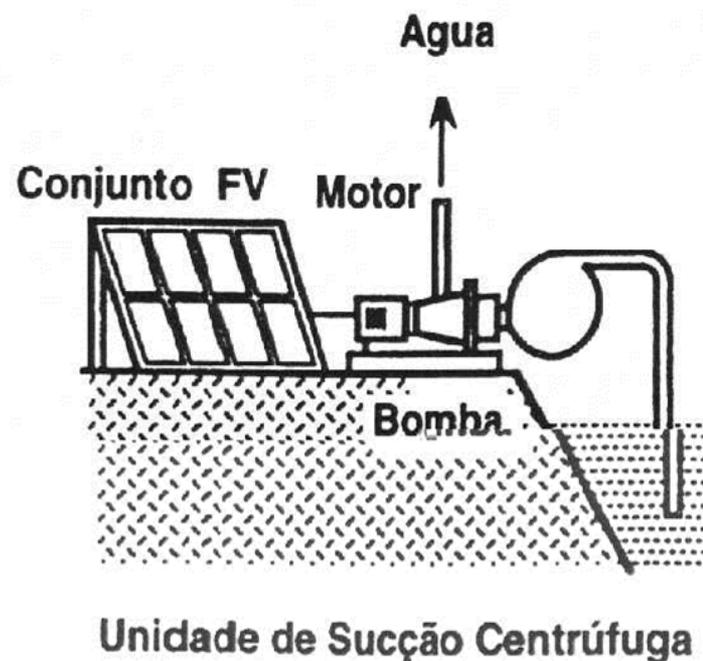
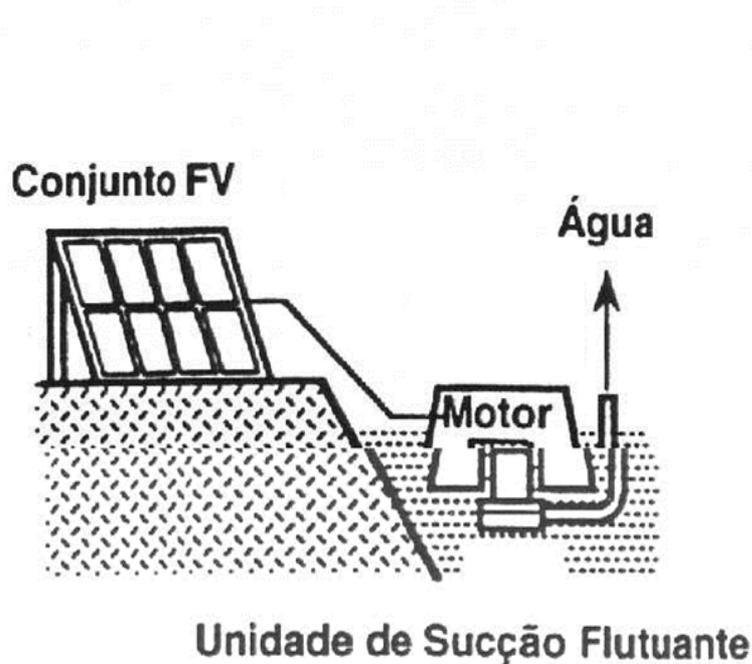


Bomba Centrífuga

- Características:
 - Grandes Volumes de água (1 a 1000m³/dia).
 - Pequenas alturas manométricas (1 a 6 m).
 - Comumente disponíveis no mercado.
 - Toleram quantidades limitadas de detritos.
 - Existem em dois tipos: Superficiais e Submersas.

Bomba Centrífuga

Superficial



Bomba Centrífuga

- Projeto PAAP RN - unidade sucção flutuante





ABEAMA

20 Anos de Sustentabilidade

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS
E MEIO AMBIENTE



XXIII Encontro Técnico

AESABESP

Congresso Nacional de
Saneamento e Meio Ambiente

Bomba Centrífuga

Submersa

Bomba Centrífuga

- Projeto PAAP RN - unidade geradora painéis fotovoltaicos



Motores elétricos

- Corrente contínua CC
- Aplicação:
 - Ligação direta COM o arranjo FV, funciona na superfície e em pequenas alturas.
- Características:
 - Somente fabricados em potências a baixo de 15 HP.
 - Compatíveis com os arranjos FV.
 - Alto custo comparado ao motor CA.
 - Possuem escovas

Motores elétricos

- Corrente alternada CA
- Aplicação:
 - Em grandes profundidades, trabalham como motor de indução, com inversores trifásicos, que possuem variação da frequência para controle da velocidade.
- Características:
 - Necessitam de inversor.
 - Baixo custo.
 - Recomendados para potências maiores que 15 HP.

Bombeamento solar de água instalado no sertão do Ceará - capacidade: 12 m³/dia (5.4kWh/m²) 1997

Item	Custo (R\$)
Módulos fotovoltaicos	12000
Inversor CC/CA de 1.5kW	4000
Moto-bomba submersa de 0.55kW	3800
Suportes e materiais diversos	4000
Poço com profundidade de 50 m	7000
Reservatório e canalização	3000
Instalação	7000
Total	40800



ABEAMA

20 Anos de Sustentabilidade

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS
E MEIO AMBIENTE



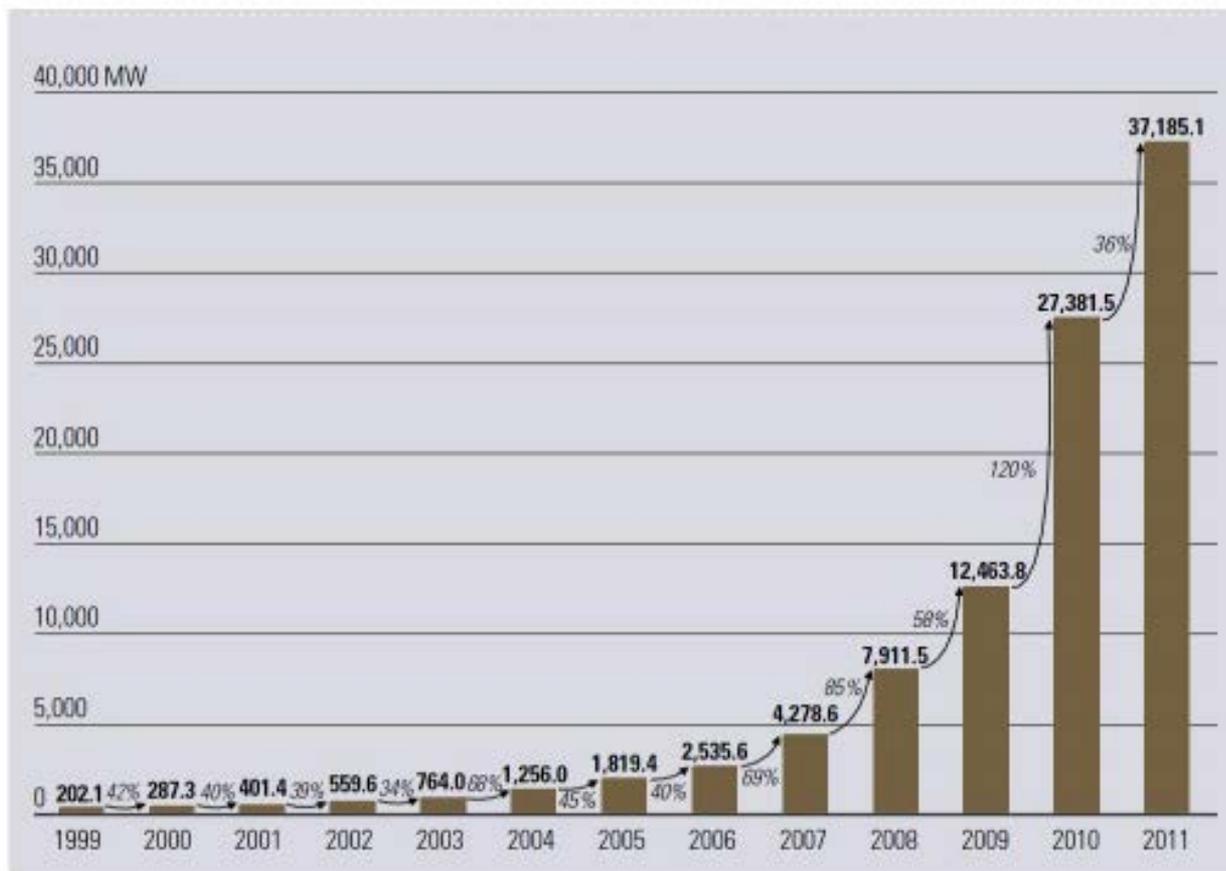
XXIII Encontro Técnico
AESABESP

Congresso Nacional de
Saneamento e Meio Ambiente

Industria Fotovoltaica no Mundo

No final de 2009, a capacidade instalada acumulada de sistemas fotovoltaicos era de aproximadamente 23 GW. Um ano depois era de 40 GW. Em 2011, mais de 69 GW estão instalado no mundo, podendo produzir 85 TWh de eletricidade a cada ano. Esse volume de energia é suficiente para abastecer a necessidade anual de mais de 20 milhões de casas.” (EPIA – Global Market Outlook for Photovoltaics until 2016 – May 2012 – Page 11)

Produção mundial de células fotovoltaicas (MW).



Fonte: PHOTON 2012-03.

Programas de incentivos no mundo para a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis

sistemas de cotas: o volume de eletricidade gerada é politicamente determinado e os preços são definidos, geralmente, pelo mercado.

sistemas de preço: usualmente, os programas de incentivos são mantidos até que os custos de geração fotovoltaica se igualem aos custos médios de geração da matriz elétrica no país ou região.

Outros mecanismos típicos são os procedimentos de conexão à rede com net metering e os subsídios ao investimento ou produção.



ABEAMA

20 Anos de Sustentabilidade

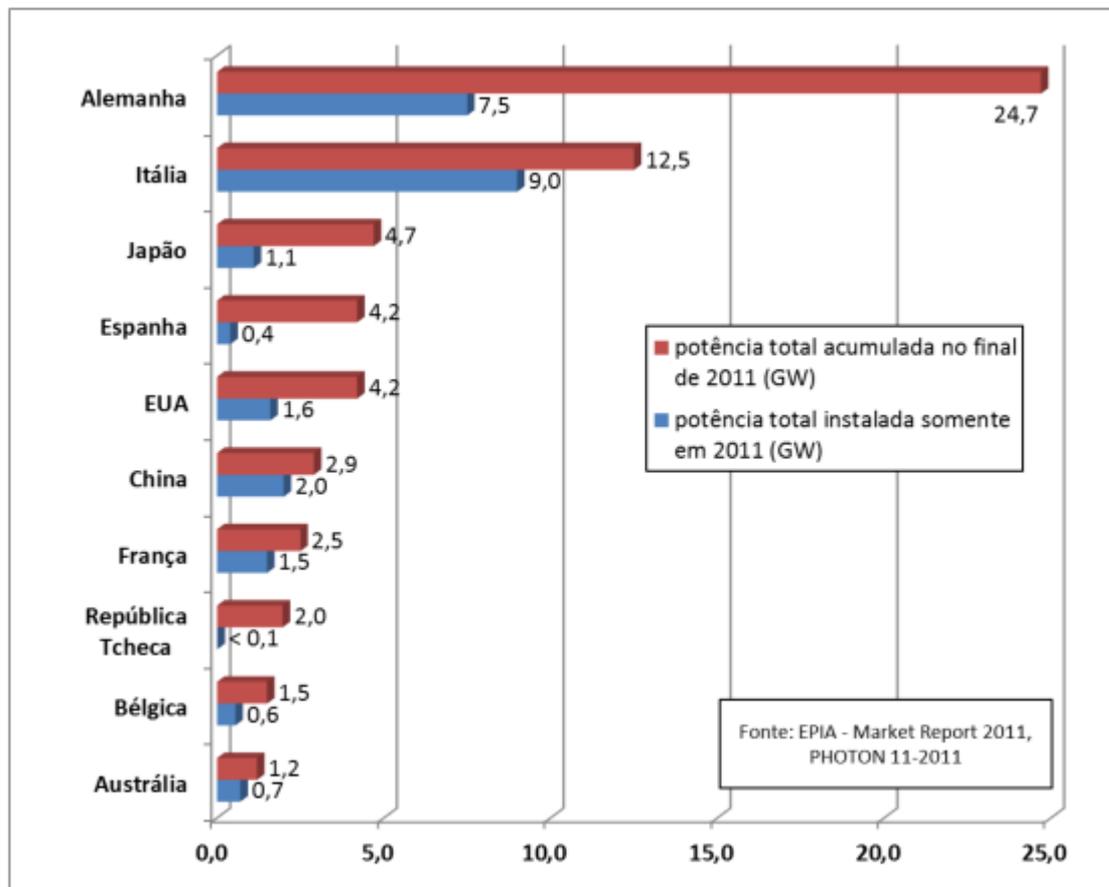
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS
E MEIO AMBIENTE



XXIII Encontro Técnico
AESABESP

Congresso Nacional de
Saneamento e Meio Ambiente

Principais mercados mundiais em 2010 (GWp instalados).



Fonte: EPIA – Market Report 2011, PHOTON 11-2011.

Instrumentos de incentivo na Alemanha

	Tipo de instrumento	Nome do instrumento
Energia Elétrica	Feed In Tariff	EEG (Lei das Energias Renováveis)
Calor	<ul style="list-style-type: none">• Subsídio de fundo perdido• Empréstimos a juros baixos• Obrigações para novas construções	MAP (Programa de incentivo ao mercado)
Biocombustíveis	Obrigação de mistura	Lei dos Biocombustíveis

As tarifas prêmio têm sido utilizadas em mais de 50 países com o intuito de incentivar os investimentos em energias renováveis.

Na Europa, esta modalidade de incentivo também tem sido utilizada em países como Itália, República Tcheca, Reino Unido, França e Espanha. Na África, África do Sul e Uganda estavam usando tarifas prêmio para projetos de pequena escala (na África do Sul, o sistema foi abandonado em favor do mecanismo de leilões específicos). Ainda destacam-se os projetos de tarifa prêmio na Argélia, algumas regiões da Austrália, Canadá, China, Índia, Irã, Israel, Tailândia, Ucrânia e Estados Unidos.

Diversos destes países estão adotando esquemas mistos, que envolvem tarifas prêmio associadas a medidas de cotas de energia desejadas ou incentivos/subsídios ao mercado.

Comparação - Fornecimento de energia elétrica no Brasil e na Alemanha

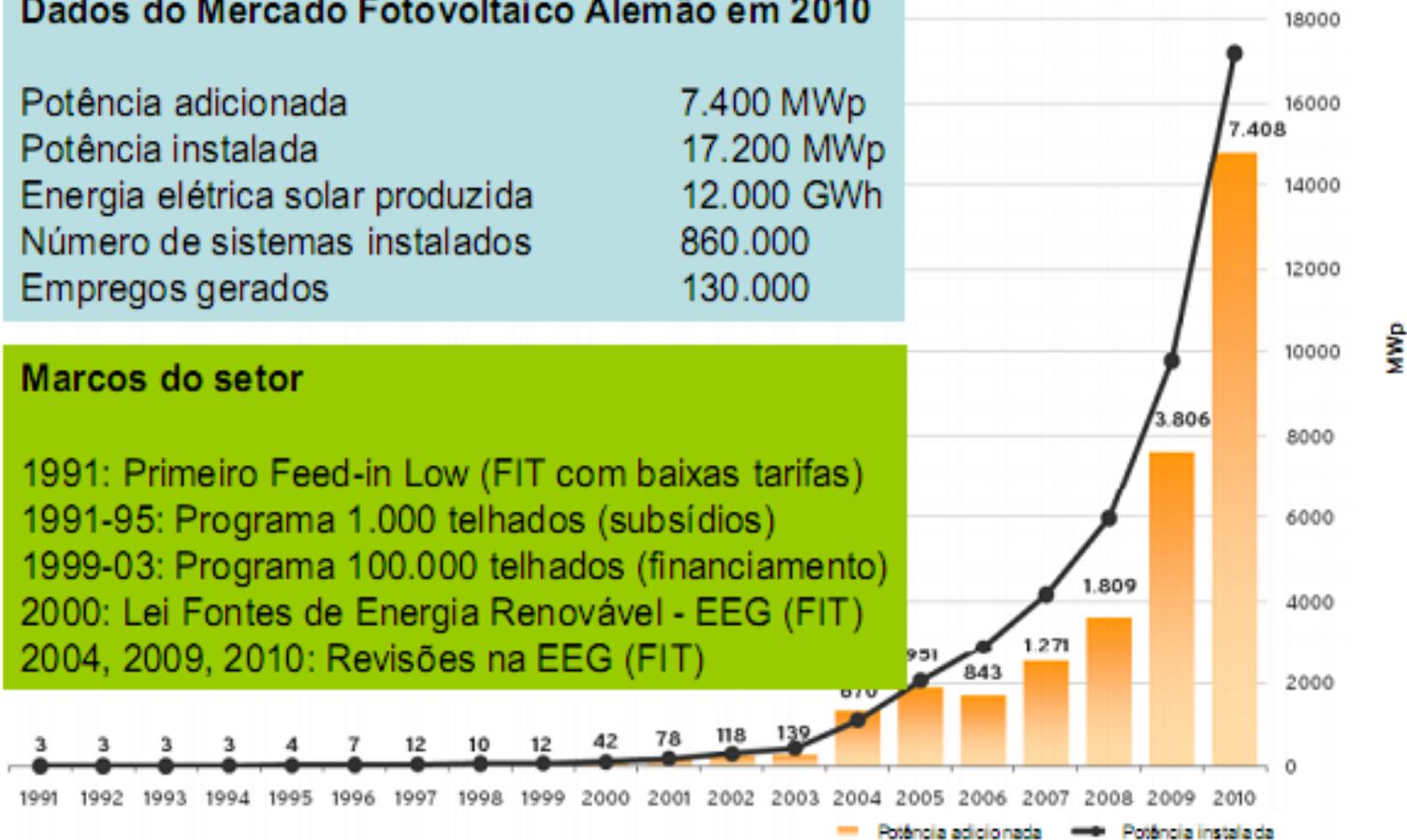
	Brasil	Alemanha
1. Situação atual – matrix de energia elétrica	Participação elevada de fontes renováveis de energia na matrix energética	Crescente (mais ainda baixa) participação das fontes renováveis de energia (dependência da importação de fontes primárias poluentes)
2. Desenvolvimento do consumo de energia elétrica	crescente	estável
3. Objetivos da política energética	Segurança de fornecimento de energia e modicidade tarifária	Segurança de fornecimento, modicidade tarifária, poucos impactos ambientais, economicamente sustentável
4. Desenvolvimento da matrix de energia elétrica	Diversificação moderada da matrix de energia elétrica	Redução da importação de fontes primárias poluentes (fossil e nuclear) e aumento do aproveitamento de fontes renováveis de energia

Dados do Mercado Fotovoltaico Alemão em 2010

Potência adicionada	7.400 MWp
Potência instalada	17.200 MWp
Energia elétrica solar produzida	12.000 GWh
Número de sistemas instalados	860.000
Empregos gerados	130.000

Marcos do setor

- 1991: Primeiro Feed-in Low (FIT com baixas tarifas)
- 1991-95: Programa 1.000 telhados (subsídios)
- 1999-03: Programa 100.000 telhados (financiamento)
- 2000: Lei Fontes de Energia Renovável - EEG (FIT)
- 2004, 2009, 2010: Revisões na EEG (FIT)



Dados do mercado fotovoltaico alemão em 2010.
(Fonte: BSW Solar / www.solarwirtschaft.de)



ABEAMA

20 Anos de Sustentabilidade

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS
E MEIO AMBIENTE



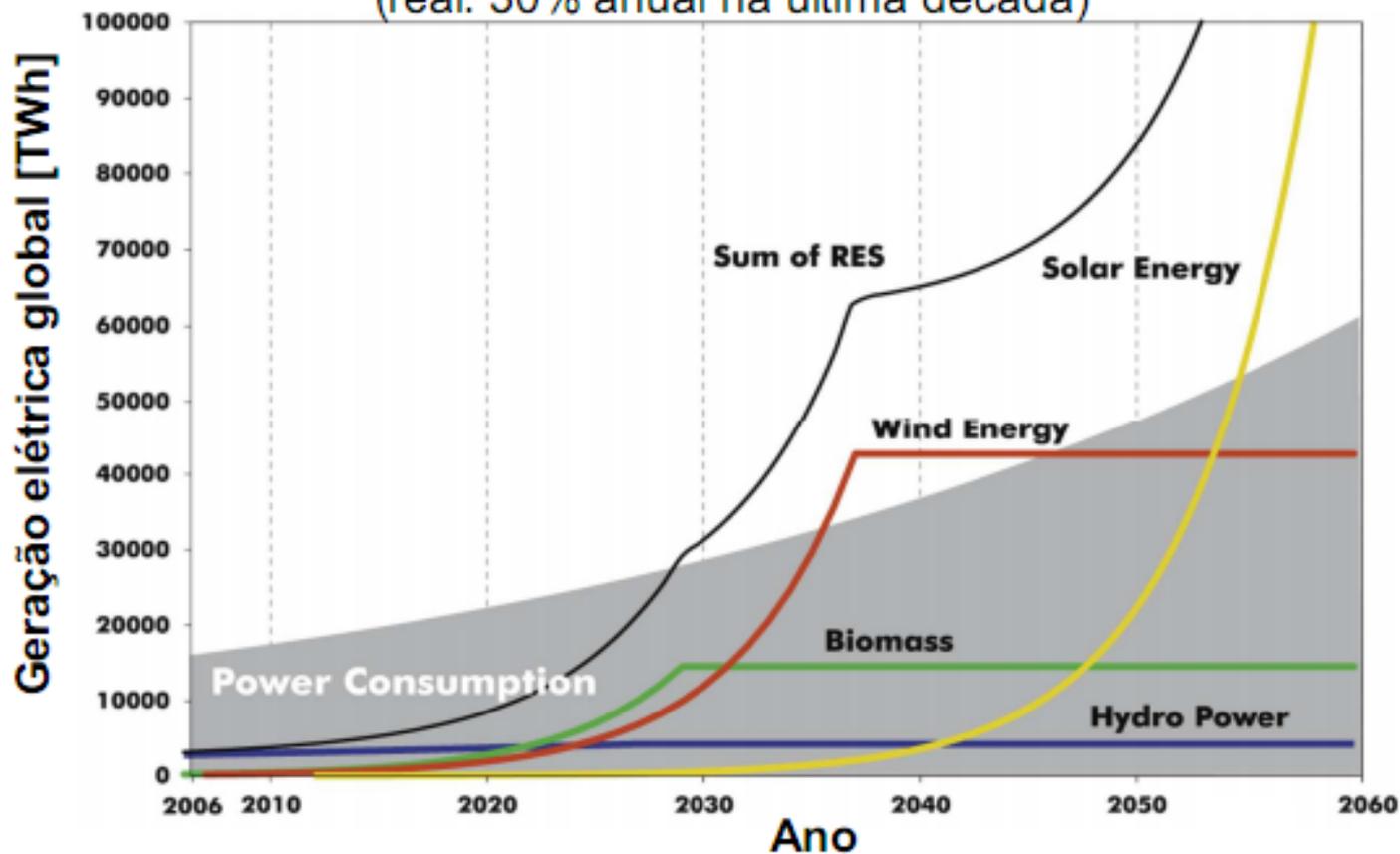
XXIII Encontro Técnico
AESABESP

Congresso Nacional de
Saneamento e Meio Ambiente

Visões Energéticas

O mundo 100% renovável?

Considerando 20% de crescimento anual
(real: 30% anual na última década)



Fonte: ISET

Posição da energia solar Fotovoltaica no Brasil



**Instalação fotovoltaica em sistema isolado na região amazônica.
Fonte: Programa Luz para Todos, Eletrobras.**

Brasil conta com capacidade instalada acumulada de sistemas fotovoltaicos até o final de 2011 de aproximadamente 31,5 MW instalados no país, sendo 30 MWp em sistemas não conectados à rede, e 1,5 MW conectados.

Estimativas preliminares de consumo aparente dão conta de uma demanda doméstica de no máximo 7 MWp em 2011 (EPIA – Market Report 2011).



É fundamental o fomento de um ambiente regulatório e comercial favorável à penetração da fonte fotovoltaica em instalações residenciais e comerciais – geração distribuída.

Fonte: www.brsolar.com.br

- **Incentivos para toda cadeia**
- **Estabelecer marco regulatório**
- **Estabelecer metodologia padronizada de medições**
- **Processo de licenciamento ambiental**
- **Política industrial para fomentar cadeia produtiva**
- **Programas de capacitação e formação de RH**

Em agosto de 2011, a ANEEL tornou pública a chamada No. 013/2011 “Arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira”. Trata-se de uma chamada para projetos de pesquisa e desenvolvimento, P&D, nessa área, que foi incluída pela agência na lista de temas estratégicos.

Em abril de 2012, a ANEEL aprovou regulamentação (REN 481) que ampliou, para o caso da energia solar, a redução do desconto das tarifas de uso dos sistemas de transmissão (ou distribuição) de 50% para 80% nos dez primeiros anos de operação, regressando ao patamar de 50% de desconto nos anos subsequentes.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS
E MEIO AMBIENTE



XXIII Encontro Técnico
AESABESP
Congresso Nacional de
Saneamento e Meio Ambiente

A ANEEL introduziu o sistema de compensação nas faturas de energia - conceito do net metering - e a adoção de procedimentos simplificados para acesso à rede, que incluem dispensa de consulta, prazos reduzidos para a elaboração do parecer de acesso e assinatura dos contratos, requisitos simplificados de acordo com a potência do gerador, dispensa de assinatura dos contratos de uso e conexão e dispensa de licenciamento ambiental. Do ponto de vista comercial, sugere-se a adoção de modelos comerciais já experimentados em outros países, como o leasing e o conceito de usinas comunitárias, facilitando e simplificando o acesso do consumidor final ao sistema.

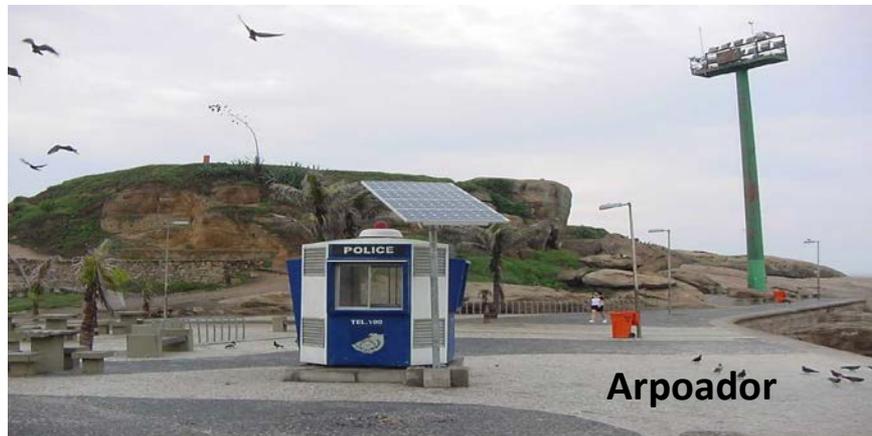
Algumas medidas incluídas na Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012 serão fundamentais para incentivar e promover o uso da energia solar fotovoltaica na geração distribuída, dentre as quais:

- (a) Sistema de compensação nas faturas de energia (conceito do net metering):** nos meses com produção maior que a demanda haverá crédito de energia (não financeiro) a ser deduzido da próxima fatura;
- (b) Simplificação do processo de registro de autoprodutor e as exigências atuais de licenciamento ambiental;**
- (c) Etapas “Acesso” e “Informação Acesso” não obrigatórias para mini e micro geração distribuída. Parecer de Acesso emitido pela distribuidora, sem ônus para o acessante. Redução do prazo para a distribuidora emitir o Parecer de Acesso e efetivação da conexão**

Linhas de Financiamento

Para a geração distribuída, recomenda-se a adoção por parte do sistema bancário como um todo e da Sociedade Brasileira de Poupança e Empréstimo (SBPE), com liderança da Caixa Econômica Federal (CEF), de linhas de crédito específicas à aquisição de sistemas fotovoltaicos por parte de empresas comercializadoras ou consumidores diretos, dado seu longo tempo de vida útil e seu preço relativamente elevado (comparável a bens duráveis de maior escala, da ordem de R\$ 10 mil para residências médias).

PRODEEM



CEPEL



Prefeitura RJ

fonte: www.brsolar.com.br



CEPEL



UTE NORTE FLUMINENSE



Potência 320 kWp, 2011

A sociedade precisa pensar as questões de Energia no Século 21 com um novo paradigma.

As razões e conceitos que fizeram o petróleo ser a fonte de energia do século 20, serão cada vez mais, substituídas pelas novas demandas do homem e da natureza nos próximos anos.

Refletir sobre as novas tecnologias e suas aplicações, se torna crucial para nossa sobrevivência.

A Energia Solar em seus vários usos pode ser a solução!

Grato pela atenção!

Ruberval Baldini

rbaldini@brsolar.com.br - www.brsolar.com.br

rbaldini@abeama.org.br - www.abeama.org.br