

## MERCADO FOTOVOLTAICO NO BRASIL: IMPLANTAÇÃO DE POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS E MARCOS REGULATÓRIOS

G. A. Rampinelli<sup>1</sup>, A. Krenzinger<sup>2</sup>, C.W.M. Prieb<sup>2</sup>, A. J. Bühler<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC – Departamento de Engenharia de Energia

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS – Laboratório de Energia Solar

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, IFRS – Campus Feliz  
 Tel. 55(51)33086841 – Fax 55(51)33086841 e-mail: giulianorampinelli@gmail.com

*Recibido 14/08/13, Aceptado 30/09/13*

**RESUMO:** A energia solar fotovoltaica tem atributos que a tornam única. O fato de ser possível incrementar a produção tão rapidamente e a tecnologia se desenvolver a partir de infraestrutura existente faz com que a taxa de inovação no segmento seja muito maior que nos demais setores de energia. Este trabalho apresenta um panorama do mercado fotovoltaico no mundo e no Brasil, mas especificamente destaca o atual processo de desenvolvimento e implantação de políticas governamentais e marcos regulatório para a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz de energia elétrica brasileira.

**Palavras chave:** Energia Solar Fotovoltaica; Políticas Governamentais.

### INTRODUÇÃO

A geração de energia, em termos globais, está baseada na utilização de combustíveis fósseis, como por exemplo, petróleo e seus derivados, carvão e gás natural. Esse modelo predominante tem impactos relevantes na natureza. É necessário que a sociedade organizada construa um novo modelo energético baseado no aproveitamento racional e sustentável de fontes não renováveis e renováveis de energia. A eficiência energética também deve ser destacada, afinal é imperativo aumentar a produtividade a partir da redução do consumo energético. A participação das energias renováveis na matriz de energia elétrica brasileira aumentou 2,5 % em 2011, atingindo 88,8 %. Em 2011, condições hidrológicas favoráveis asseguraram aumento de 6,1 % na produção de usinas hidroelétricas. Destaca-se ainda a forte expansão da energia eólica. A participação de energias renováveis na matriz energética brasileira manteve-se no elevado patamar de 44,1 %, muito acima da média mundial de 13,3 % (EPE, 2012). A oferta interna de energia (total de energia demandada) cresceu 1,3 % no país em 2011 em relação a demanda do ano de 2010. Este é um crescimento menor que o registrado pelo PIB que, conforme o IBGE expandiu 2,7 %. O menor crescimento da demanda de energia significa que a economia brasileira gastou menos energia para produzir a mesma quantidade de bens e serviços, aumentando a eficiência energética da economia em 2011 (EPE, 2012a).

A geração hidráulica responde por cerca de 80 % da geração de energia elétrica no Brasil, o que torna o país dependente de condições climatológicas. A Figura 1 apresenta a comparação da geração de energia elétrica por fonte no Brasil (EPE, 2012a). Para tornar a matriz de energia elétrica mais segura é necessário diversificar a mesma a partir da inserção contínua e gradual de outras fontes de energia. Entre as energias renováveis, pode-se destacar a energia eólica, as diversas aplicações da energia solar, como a energia solar fotovoltaica, a energia solar termoeletrica, a energia solar térmica e a energia solar passiva, pequenas centrais hidroelétricas, biomassa, células combustíveis e o aproveitamento da energia das ondas e marés. Entre as energias não renováveis que participam da matriz de energia elétrica brasileira destacam-se os derivados de petróleo, gás natural, carvão e nuclear.

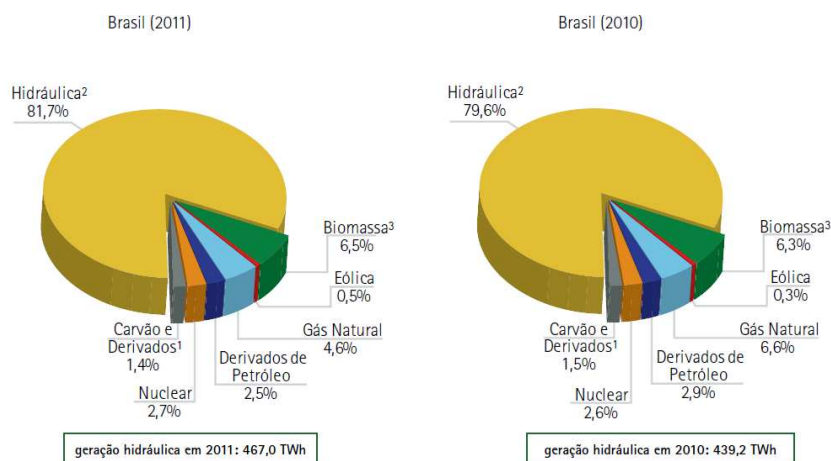


Figura 1: Comparação da geração de energia elétrica por fonte no Brasil (EPE, 2012a).

A energia elétrica no Brasil é proveniente na sua maior parte de recursos hídricos. Atualmente, do total da capacidade instalada no Brasil, cerca de 127 GW, aproximadamente 83 GW (65 %) é devido a hidrelétricas (ANEEL, 2013). A Figura 2 apresenta a participação das fontes energéticas que compõem a matriz de energia elétrica brasileira.

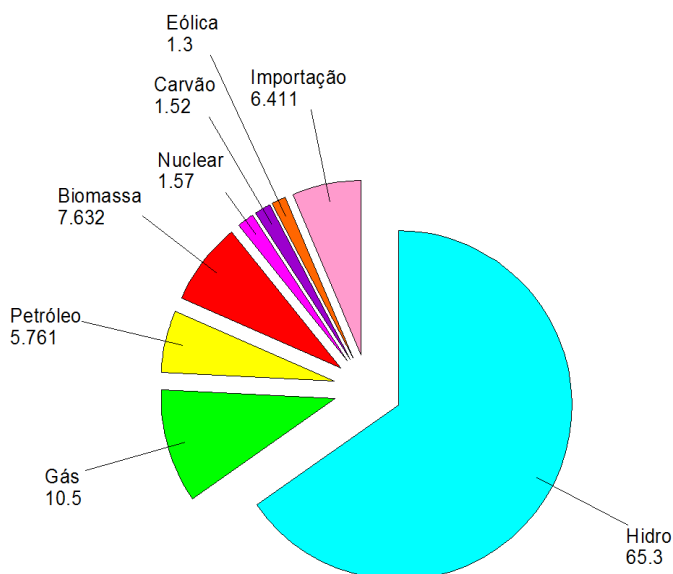


Figura 2 – Fontes Energéticas da Matriz de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2013).

Porém, como aponta um trabalho de Rütther e Zilles (2010), embora o Brasil ainda possua recursos hídricos para aumentar a sua matriz energética baseada nessa fonte de energia, a instalação de novas usinas hidrelétricas será dificultada por questões ambientais. Além disso, as grandes distâncias das centrais aos centros de consumo farão com que os preços da energia se tornem maiores.

### PANORAMA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MUNDO

Analisando a evolução da capacidade mundial instalada de sistemas fotovoltaicos, fica evidente a importância que essa fonte de energia tem conquistado nos últimos anos na matriz energética de diversos países. No ano de 2000 a potência fotovoltaica instalada no mundo era de 1,4 GW, enquanto que no final de 2012 a potência instalada era de aproximadamente 96,5 GW (IEA, 2013). Em 2012 o mercado global de energia solar fotovoltaica estabilizou-se em níveis similares ao ano de 2011. A Alemanha instalou em 2012 cerca de 7,6 GW e continua sendo o país com a maior potência instalada acumulada com aproximadamente 32 GW. A Itália, depois de instalar 9,3 GW em 2011 e 3,3 GW em 2012 tem uma potência fotovoltaica acumulada com aproximadamente 16,2 GW. Alemanha e Itália, geraram a partir da energia solar fotovoltaica, cerca de 5,6 % e 5,75 % da energia elétrica em 2012, respectivamente (IEA, 2013). A China foi o segundo mercado de energia solar fotovoltaica em 2012, instalando uma potência de 3,5 GW. Na sequência pode-se destacar os Estados Unidos e Japão com instalações fotovoltaicas, em 2012, de 3,3 GW e 2 GW, respectivamente. Atualmente existem 13 países com capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos acima de 1 GW (IEA, 2013). No ano de 2012 foram instalados aproximadamente 28,4 GWp de potência fotovoltaica no mundo. Os sistemas fotovoltaicos respondem por aproximadamente 0,5 % da produção de energia elétrica no mundo. A Figura 3 apresenta a evolução da potência fotovoltaica mundial acumulada.

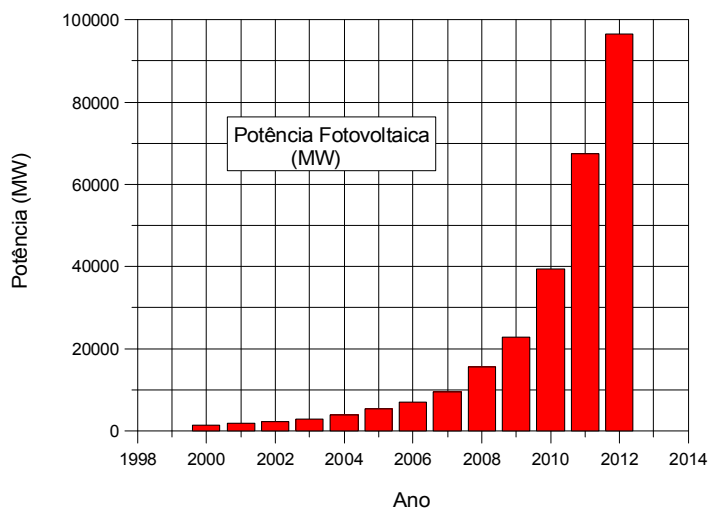


Figura 3 – Potência fotovoltaica mundial acumulada (IEA, 2013).

De acordo com a Agência Internacional de Energia a paridade de rede em 2012 foi atingida em diversos países devido a redução de preços dos sistemas fotovoltaicos e o aumento dos preços da energia elétrica convencional. Ainda deve-se destacar o crescimento de 66 % do mercado fotovoltaico asiático. Em 2010 e 2011 a Europa foi responsável por aproximadamente 82 % e 76 %, respectivamente dos sistemas fotovoltaicos instalados enquanto que a Ásia teve participação de, aproximadamente 11 % em 2010 e 17 % em 2011. Entretanto em 2012 a participação europeia diminuiu para 60 % e a contribuição asiática aumentou 25 % dos sistemas fotovoltaicos instalados (IEA, 2013). A Tabela 1 apresenta os 10 países que instalaram as maiores potências de sistemas fotovoltaicos em 2012 e o grupo de 10 países com os maiores parques fotovoltaicos do mundo.

	País	Potência em 2012 (MW)	País	Potência Acumulada (MW)
1	Alemanha	7.604	Alemanha	32.411
2	China	3.510	Itália	16.250
3	Itália	3.337	Estados Unidos	7.221
4	Estados Unidos	3.313	Japão	7.000
5	Japão	2.000	China	7.000
6	França	1.079	Espanha	5.100
7	Reino Unido	1.000	França	4.003
8	Austrália	1.000	Bélgica	2.567
9	Índia	980	Austrália	2.400
10	Grécia	912	República Tcheca	2.085

Tabela 1: Potência fotovoltaica instalada em 2012 e acumulada (IEA, 2013).

A energia solar fotovoltaica tem atributos que a tornam única. O fato de ser possível incrementar a produção tão rapidamente e a tecnologia se desenvolver a partir de infraestrutura existente faz com que a taxa de inovação no segmento seja muito maior que nos demais setores de energia. Na realidade, esta taxa situa-se mais próxima de setores como TI, com suas mudanças constantes. Além de uma extensa variedade de pesquisa em novas tecnologias, há constantes inovações na indústria que vêm reduzindo significativamente o custo por unidade de energia assegurada das tecnologias disponíveis comercialmente via novos produtos e processos de produção, disposição, comercialização, financiamento e instalação (ABINEE, 2012).

#### PANORAMA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

No caso do Brasil, a realidade da energia solar fotovoltaica ainda está muito longe dos patamares dos países precursores na utilização desta fonte energética. Paralelo a esse fato, em um estudo publicado por Breyer e Gerlach (2013), a paridade de rede para sistemas fotovoltaicos já será atingida em 2013 para sistemas residenciais e estará muito próxima para sistemas industriais. De acordo com esse estudo, a paridade de rede será uma realidade altamente favorável à energia solar fotovoltaica para sistemas residenciais e industriais já no ano de 2016.

As primeiras centrais fotovoltaicas com potências da ordem de 1 MW<sub>p</sub> foram instaladas recentemente ou estão em fase de implantação no Brasil. A chamada nº 13/2011 da Agência Nacional de Energia Elétrica denominada Projeto Estratégico: Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira aprovou diversos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação de centrais fotovoltaicas entre 0,5 MW e 3 MW a serem concluídos nos próximos 2 anos totalizando 24,4 MW. Também se destacam neste cenário promissor para o aproveitamento da energia solar fotovoltaica iniciativas como a resolução normativa 482/2012 da ANEEL, na qual estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração (potências menores ou iguais a 100 kW) e minigeração (potências maiores que 100 kW e menores ou iguais a 1 MW) aos sistemas de distribuição de energia elétrica (ANEEL, 2012). Diversas distribuidoras de energia elétrica recentemente disponibilizaram manuais de procedimentos estabelecendo a regulamentação e requisitos necessários para a conexão de micro ou minigeradores de energia ao sistema elétrico das empresas.

Outro marco importante que deve ser destacado é o programa brasileiro de etiquetagem de módulos fotovoltaicos e inversores do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). A Portaria nº 004 de 4 de janeiro de 2011 aprovou a revisão dos requisitos de avaliação da conformidade para sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica (INMETRO, 2011). O atual processo de regulamentação elimina uma das maiores barreiras ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil. Krenzinger e Zilles (2012) estimam que no ano de 2020 os sistemas fotovoltaicos contribuam com cerca de 1 % a 2 % da geração de energia elétrica e que a potência acumulada será da ordem de 10 GW.

Enquanto isso, o preço dos módulos e inversores tem diminuído consideravelmente. Somando esses fatos ao potencial solar brasileiro e ao atual desenvolvimento de regulamentação, pode-se dizer que o futuro da energia solar fotovoltaica no Brasil é altamente promissor, para grandes centrais ou sistemas fotovoltaicos de pequeno e médio porte. A Figura 4 apresenta a projeção para os próximos 10 anos do investimento e do custo estimado da energia elétrica obtida a partir de sistemas fotovoltaicos. Estima-se que o investimento no setor nos próximos 10 anos será da ordem de R\$ 17 bilhões e que o preço médio que atualmente é da ordem de R\$ 450,00/MWh seja reduzido para valores da ordem de R\$ 150,00/MWh (Zilles, 2013). Com a geração distribuída, a energia solar fotovoltaica tende a ser ainda mais competitiva (Krenzinger e Zilles, 2012).

Rüther e Zilles (2010) chamam ainda a atenção de diversos fatores importantes que em meio ao cenário atual brasileiro fazem da energia solar fotovoltaica uma excelente alternativa para a diversificação da matriz energética. Esses fatores são: redução

das perdas de energia por transmissão, uma vez que as unidades consumidoras encontram-se próximas ou às vezes são as próprias unidades geradoras, alto preço das tarifas de energia residencial, o alto potencial solar (variando de 1500 a 2200 kWh/m<sup>2</sup> ao ano) e a complementaridade existente entre sistemas hídricos e solares.

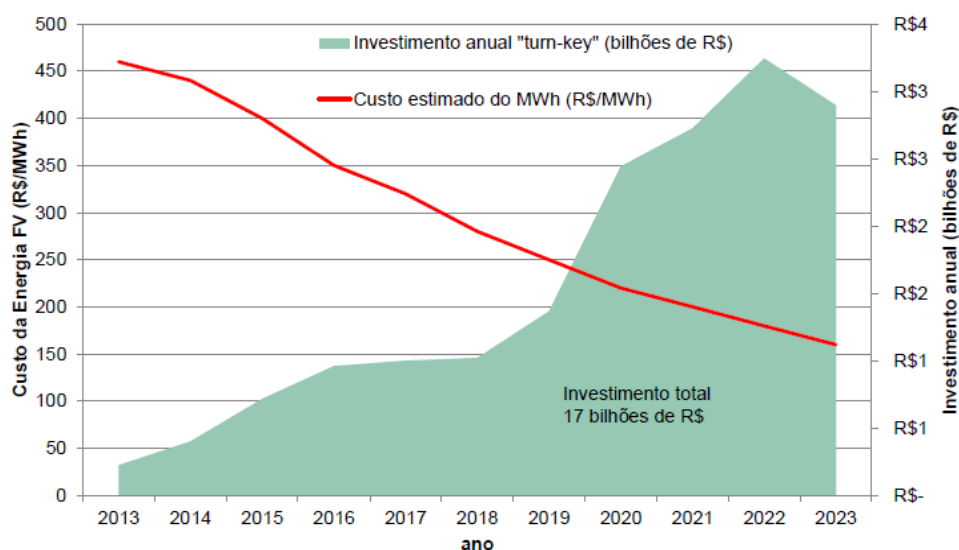


Figura 4: Custo da energia solar fotovoltaica e investimentos para os próximos 10 anos no Brasil (Zilles, 2013).

O grupo setorial de sistemas fotovoltaicos da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) elaborou um documento que traça um panorama da geração fotovoltaica no mundo e a potencialidade de sua implantação efetiva no Brasil, por meio de políticas específicas para o segmento, visando integrar esse sistema de geração à matriz elétrica (ABINEE, 2012).

A instalação de 2 GW até 2020 poderia criar condições de alavancar o desenvolvimento de uma cadeia produtiva local para produção de equipamentos, atraindo a atenção de atores globais para o Brasil. Simulações realizadas indicam que o valor de venda da energia para contrato com duração de 25 anos com montante igual à energia produzida pela usina (geração média igual a 18,5 % da capacidade instalada) para uma faixa de investimentos variando entre 4.000 R\$/kW e 6.000 R\$/kW, diferentes taxas de retorno e diferentes sistemas de amortização do financiamento, variam entre 242 R\$/MWh e 407 R\$/MWh (ABINEE, 2012).

Em 2012, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia (MME) divulgou nota técnica de análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira (EPE, 2012b). Este documento analisa a competitividade da geração fotovoltaica distribuída e centralizada. A Tabela 2 apresenta a competitividade da geração fotovoltaica distribuída no setor residencial, comercial e industrial.

Aplicação	Potência (kW <sub>p</sub> )	Investimento (R\$)	Custo de Geração (R\$/MWh)
Residencial	5	38.000,00	602
	10	69.000,00	541
Comercial	100	591.000,00	463
Industrial	1.000	5.185.000,00	402

Tabela 2: Competitividade da geração fotovoltaica distribuída em diferentes setores (EPE, 2012b).

Para fins de avaliar a competitividade da geração fotovoltaica, o custo dessa geração deve ser comparado com a tarifa final paga pelo consumidor, isto é, a tarifa em que estão incluídos, a partir de determinação legal, os pagamentos compulsórios devidos ao poder público. A Tabela 3 sintetiza os valores médios regionais das tarifas obtidos a partir do cenário apresentado no documento da EPE, incluindo PIS/COFINS e ICMS, possibilitando uma visão geral dos níveis tarifários nos setores residencial, comercial e industrial.

Setor	Mínimo (R\$/MWh)	Máximo (R\$/MWh)	Médio (R\$/MWh)
Residencial	444	464	457
Comercial	387	443	406
Industrial	318	432	336

Tabela 3: Valores médios das tarifas de energia elétrica em diferentes setores (EPE, 2012b).

O custo estimado para a energia solar fotovoltaica centralizada é da ordem de R\$ 400,00/MWh podendo ser reduzido para R\$ 300,00/MWh considerando redução nos custos de investimentos devido à queda de preços e incentivos de diferentes natureza. Estes valores são significativamente altos em relação aos verificados nos últimos leilões de energia nova para o Ambiente de Contratação Regulado – ACR (na faixa aproximada de R\$ 95 e R\$ 110 por MWh), ou mesmo em relação ao Valor referência – VR para contratação pelas distribuidoras (da ordem de R\$ 151/MWh em 2011) (EPE, 2012b). O

documento da EPE também apresenta inúmeras propostas de incentivos para a inserção da geração fotovoltaica na matriz elétrica.

O grupo de trabalho para energia solar da Associação da Indústria de Cogeração de Energia (GT COGEN SOLAR) também elaborou um documento sobre a inserção da energia solar no Brasil (COGEN, 2012). Os custos relacionados à geração fotovoltaica foram avaliados pelo GT COGEN SOLAR e são apresentados na Tabela 4.

Aplicação	Residencial	Comercial	Usina
Potência (kW)	3	30	30.000,00
Custo dos Módulos e Inversores (R\$)	11.605,00	116.047,00	116.047.414,00
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	2.250,00	18.000,00	13.100.000,00
Custo de instalação (R\$)	3.750,00	24.000,00	14.000.000,00
Demais custos (R\$)	3.750,00	30.000,00	18.000.000,00
Total (R\$)	21.359,00	188.047,00	161.147.414,00
Total (R\$/W)	7,12	6,27	5,37

Tabela 4: Custo da geração fotovoltaica em diferentes setores (COGEN, 2012).

Em diferentes cenários desenvolvidos o GT COGEN SOLAR estima o custo produção de energia (R\$/kWh) por custo de investimento considerando fatores de capacidade variando entre 12 % e 18 % (Figura 5).

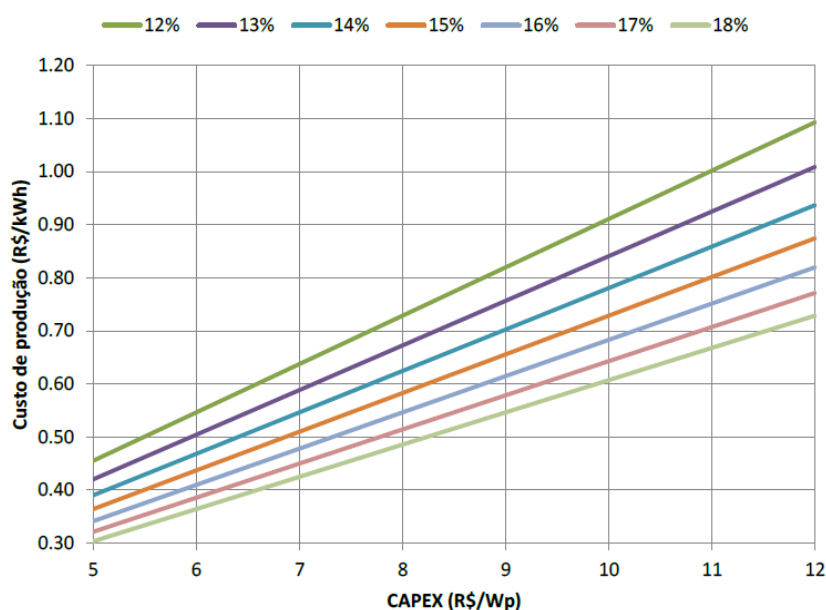


Figura 5: Custo de produção de energia por custo de investimento com diferentes fatores de capacidade (COGEN, 2012).

Zilles (2013) apresenta preços médios praticados no país para compras entre 0,5 MW e 1 MW de módulos fotovoltaicos e inversores. Estes preços médios são apresentados na Tabela 5 (módulos) e na Tabela 6 (inversores).

Empresa	A	B	C	D	E	F	G
R\$/W <sub>p</sub> (módulos)	3,07	3,28	3,33	3,38	3,53	3,82	3,90

Tabela 5: Preço médio de módulos fotovoltaicos de diferentes fabricantes (Zilles, 2013).

Potência (kW)	5 kW	15 kW	>100
R\$/W <sub>p</sub> (inversores)	1,87	1,22	0,42

Tabela 6: Preço médio de inversores por faixa de potência nominal (2013).

## LEILÃO A-3 DE 2013, INCLUINDO ENERGIA SOLAR

A Portaria nº 226 de 5 de julho de 2013 do Ministério de Minas e Energia (MME) estabelece as regras para o leilão de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração (Leilão A-3) que deverá ser realizado em 25 de outubro de 2013. O início do fornecimento de energia elétrica deverá ocorrer em primeiro de janeiro de 2016. Os contratos de comercialização de energia no ambiente regulado terão prazo de suprimento de energia elétrica de 30 anos para empreendimentos hidroelétricos e prazo de 25 anos, diferenciados por fontes, para empreendimentos de geração a partir de energia eólica, energia solar, termoeletrica a gás natural ou a biomassa (MME, 2013). Os projetos de geração de energia por fonte solar deverão atender a diversos requisitos no ato do cadastramento no Leilão A-3 (MME, 2013). Entre os principais requisitos podem-se destacar:

- ✓ A potência da usina de geração de energia por fonte solar deve ser superior a 5 MW;

- ✓ A usina, independentemente da capacidade instalada, cumprirá os requisitos de desempenho estabelecido nos procedimentos de rede do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), em particular aqueles referentes a afundamentos de tensão durante faltas, controle e fornecimento de potência reativa, em caso de conexão à rede básica do sistema interligado nacional (SIN) e quando conectados a sistemas de distribuição, além dos previstos nos procedimentos de distribuição (PRODIST), atenderão, ainda, aos requisitos estabelecidos pela distribuidora local;
- ✓ A partir de 2016, deve ser apresentado histórico de medições contínuas de irradiação global horizontal, por período não inferior a doze meses consecutivos, realizadas no local do empreendimento, integralizadas a cada minuto, para empreendimentos fotovoltaicos, sem tecnologia de concentração da irradiação;
- ✓ A partir de 2016, deve ser apresentado histórico de medições contínuas de irradiação direta normal, por período não inferior a doze meses consecutivos, realizadas no local do empreendimento, integralizadas a cada minuto, sendo exigido, a partir de 2018, período de medições não inferior a trinta e seis meses consecutivos, para empreendimentos heliotérmicos ou fotovoltaicos com tecnologia de concentração da irradiação;
- ✓ O empreendedor deve apresentar certificação de produção anual de energia contendo estimativa da geração média anual de longo prazo do empreendimento fotovoltaico e respectiva incerteza padrão, atestada por entidade certificadora independente, que não possua participação societária, direta ou indireta, no desenvolvimento do empreendimento.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia (MME) apresentou um documento com instruções para solicitação de cadastramento e habilitação técnica de empreendimentos fotovoltaicos com vistas à participação nos leilões de energia elétrica para o sistema interligado nacional (EPE, 2013). O Memorial descritivo, a certificação de dados solarimétricos e a certificação de produção anual de energia são alguns dos documentos exigidos (EPE, 2013).

O memorial descritivo do projeto da central geradora fotovoltaica (UFV) deverá conter informações como as características gerais do empreendimento que devem incluir uma descrição da motivação, localização e acessos, infraestrutura disponível, recurso solar, condições climáticas e caracterização geral do terreno da UFV quanto à topografia, à cobertura vegetal, às construções e obras de adequação. O memorial descritivo também deve apresentar as características dos módulos fotovoltaicos, inversores, demais componentes e sistemas de controle e equipamentos elétricos da UFV (EPE, 2013).

Outra documentação necessária que deve ser destacada é a certificação de dados solarimétricos e de produção anual de energia. Estas certificações deverão ser emitidas por entidades certificadoras independentes, especializadas em projetos de energia solar fotovoltaica e reconhecidas nacional ou internacionalmente. Os dados solarimétricos devem ser obtidos a partir de estações equipadas, no mínimo, com instrumentos de medição de irradiação global horizontal (dois piranômetros, padrão *First Class* ou superior conforme norma ISO 9060:1990), umidade relativa, temperatura, velocidade e direção do vento. Todos os instrumentos de medição instalados devem ter certificação de calibração válida no período de aquisição dos dados (EPE, 2013). Na certificação de dados solarimétricos deverá constar obrigatoriamente:

- ✓ Descrição das fontes de dados solarimétricos considerados, como estações próprias ou particulares, estações de referência de alguma rede pública ou privada, imagens de satélites e modelos empregados para derivar dados de irradiação no sítio do empreendimento. Além disso, devem ser informados os proprietários dos dados, as especificações dos instrumentos, o período disponível e intervalo de integração dos dados. No caso de uso de imagens de satélites e modelos associados, deve ser informada a resolução e a escala temporal, bem como a descrição do modelo utilizado para criar a série de dados. Deverão ser apresentadas considerações acerca dos erros e da incerteza sobre os dados.
- ✓ Análise de consistência dos dados, descrevendo inclusive os períodos com falhas (dados descartados ou não medidos) e a metodologia de preenchimento.
- ✓ Descrição das correlações de dados de estações solarimétricas com dados de longo termo (histórico de pelo menos 10 anos), quando for o caso.
- ✓ Diagrama de trajetória solar anual no sítio, com azimute e altura solar, considerando a topografia do horizonte.
- ✓ Médias mensais de longo prazo e médias horárias mensais da irradiação global horizontal, calculadas com base no ano meteorológico típico ou série histórica de dados de estação de referência. Quando aplicável, a metodologia para definição da série de um ano meteorológico típico deve ser descrita.
- ✓ Determinação das incertezas associadas ao cálculo da irradiação global horizontal.

Na Certificação de Produção Anual de Energia deverão constar obrigatoriamente as seguintes informações (EPE, 2013):

- ✓ Metodologia e modelos empregados para cálculo da irradiação no plano inclinado dos módulos (sejam fixos ou com seguidores);
- ✓ Caracterização técnica dos equipamentos principais (módulos, inversores, cabeamento, transformadores, etc);
- ✓ Análise de efeitos de sombreamento e de albedo;
- ✓ Arranjo do empreendimento contendo a disposição dos módulos, indicando a orientação e a inclinação;
- ✓ Produção líquida e o Rendimento Global do Sistema (“*Performance Ratio*”) para cada ano da vigência contratual;
- ✓ As estimativas de produção de energia, elaboradas em base horária, compatíveis com os dados solarimétricos certificados.
- ✓ A Produção Certificada Média Mensal considerando as condições meteorológicas locais e os diversos fatores de perdas, inclusive a degradação média dos módulos fotovoltaicos ao longo do contrato.
- ✓ Devem ser discriminados e quantificados todos os fatores de perdas considerados no cálculo da Produção Certificada, como: perdas por temperatura, sujeira, sombreamento, angulares e espectrais, degradação dos módulos,

- mismatch*, tolerância sobre a potência nominal dos módulos, ôhmicas no cabeamento, eficiência do inversor e controle de potência máxima (MPPT), entre outros.
- ✓ A incerteza padrão na estimativa de Produção Anual de Energia de longo termo contemplando as incertezas dos dados solarimétricos, da variabilidade interanual, da representatividade do período monitorado e da variabilidade espacial, do modelo e simulação energética, da correção para o plano inclinado e do cálculo de perdas da planta solar;
  - ✓ Os valores de energia anual que são excedidos com uma probabilidade de 50% a 90% para um período de variabilidade futura de 20 anos;

## CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o panorama da energia solar fotovoltaico no mundo e especificamente no Brasil destacando as principais iniciativas dos diversos organismos e instituições públicas e privadas que objetivam consolidar a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz energética brasileira. O atual processo de regulamentação elimina uma das maiores barreiras ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil.

Entre as principais políticas governamentais e marcos regulatórios podem-se destacar a chamada nº 13/2011 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) denominada Projeto Estratégico: Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira, a resolução normativa 482/2012 da ANEEL, na qual estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração, o programa brasileiro de etiquetagem de módulos fotovoltaicos e inversores do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e a Portaria nº 226/2013 do Ministério de Minas e Energia (MME) que estabelece as regras para o leilão de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração (Leilão A-3).

O atual processo de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e inovação combinado com a regulamentação e normatização do setor norteiam um caminho promissor para que esta fonte de energia seja inserida de forma gradual e segura, contribuindo para a diversificação da matriz brasileira.

## REFERÊNCIAS

- ABINEE, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (2012). Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. (2013). Informações Técnicas: Banco de informação de Geração.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. (2012). Resolução Normativa nº482.
- Breyer, C. e Gerlach, A. (2013). Global overview on grid-parity. *Progress in Photovoltaics: Research and applications*. Volume21; pp. 121-136.
- COGEN, Associação da Indústria de Cogeração de Energia (2012). Inserção da Energia Solar no Brasil. GT COGEN SOLAR, Relatório Final, São Paulo.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2013). Expansão da Geração: Empreendimentos Fotovoltaicos.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2012a). Balanço Energético Nacional 2012 – Ano base 2011: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: EPE.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2012b). Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Nota Técnica da EPE, Rio de Janeiro.
- IEA-PVPS, International Energy Agency- Photovoltaic Power Systems Programme. (2013) PVPS Report A Snapshot of Global PV 1992-2012. Preliminary Information from the IEA PVPS Programme.
- INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (2011). Portaria nº 004 de 4 de janeiro.
- Krenzinger, A; Zilles, R. (2012). Fotovoltaica en Brasil: Potencial, Mercado y Políticas Públicas. XV Congreso Ibérico y X Congreso Iberoamericano de Energia Solar. Vigo, Galicia, Espanha.
- MME, Ministério de Minas e Energia (2013). Portaria nº 226 de 5 de julho.
- Rüther, R. e Zilles, R. (2010). Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. *Energy Policy*, 39, 3, pp. 1027-1030.
- Zilles, R. (2013). Avanços e Desafios para a Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. III Workshop Inovação para o Fortalecimento do Setor de Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. São Paulo.

**ABSTRACT:** The photovoltaic solar energy has attributes that make it unique. The electricity production can be increased rapidly and technology can be developed from existing infrastructure, resulting in a rate of innovation much higher than in other energy sectors. This paper presents an overview of the PV market in the world and in Brazil, focusing on the current development and implementation of government policies and regulatory frameworks for the integration of photovoltaic systems in the Brazilian energy mix.

**Keywords:** Photovoltaic Solar Energy; Government Policies.