



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 1, volume 1, artigo nº 10, Janeiro/Junho 2015  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v1n1a10>

## OS DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NO PAC II (PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO)

**Victor Barbosa de Souza<sup>1</sup>**

Universidade Federal Fluminense – UFF/SUR

**Niander Aguiar Cerqueira<sup>2</sup>**

Universidade Estadual do Noroeste Fluminense - UENF/SUR

**Victor Peloso Leite<sup>3</sup>**

Sociedade Universitária Redentor – FacRedentor

### RESUMO

Este trabalho tem como finalidade mostrar quais as dificuldades sobre a instalação de fontes de energia solar nas moradias construídas durante o PAC II (Programa de aceleração do crescimento do Governo Federal). Com base em estudos, verifica-se a enorme capacidade energética do Brasil com relação a este tipo de energia renovável. mas que ainda sofre com a falta de tecnologia e mão de obra especializada.

**Palavras-chave:** energia solar, fotovoltaica, energia renovável.

### ABSTRACT

This paper aims to show what difficulties on installing solar energy sources in homes built during the PAC II (growth acceleration program of the Federal Government). Based on studies, there is a huge energy capacity in Brazil with regard to this kind of renewable energy but still suffers from a lack of technology and skilled labor

**Keywords:** solar energy, photovoltaic, renewable energy.

---

<sup>1</sup> Aluno de doutorado em Engenharia Mecânica, na Universidade Federal Fluminense - UFF. Atua na área de Energia Renováveis.

<sup>2</sup> Aluno de doutorado em Engenharia Civil, na Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. Atua na área de Energia Renováveis

<sup>3</sup> Aluno de Graduação em Engenharia Mecânica, na Sociedade Universitária Redentor – FacRedentor. Atua no programa de IC na área de Energias Renováveis

## **INTRODUÇÃO**

No programa de aceleração do crescimento, PAC II, está previsto a instalação de aquecedores solares em 100% das casas que serão construídas pelo programa e incentivos para investimentos voltados para a geração de energia fotovoltaica. O principal motivo é auxiliar as famílias na conta de energia com a intenção de diminuir os gastos. Mas será que é o suficiente?

De acordo com a associação Europeia da Industrial Fotovoltaica, mostrou que em 2012 a geração acumulada de energia fotovoltaica no mundo atingiu pouco mais de 102 gigawatts (GW), isso corresponde a 26% da energia renovável instalada no planeta e a terceira maior fonte de eletricidade. A Europa, Ásia, e América do Norte são os continentes que mais apostaram neste setor. (dw, 2013).

O Brasil sofre com uma série de dificuldades que são impeditivos para o maior uso dessa fonte de energia. Uma das razões que dificulta em trazer esta tecnologia vem das empresas fornecedoras de energia que reagiram de modo refratário a este projeto. As principais alegações das empresas entre outras são: a intermitência da geração solar fotovoltaica, que é a grande variação de voltagem em um curto espaço de tempo, e a preocupação sobre a redução ou perda do controle operativo sobre sua rede devido à injeção inconstante de energia. Mas, em Países onde esta idéia já está amadurecida, esses problemas já foram sanados, sendo vistos hoje, pelas concessionárias que administram a rede como fonte de lucros por meio de prestações de serviços como manutenção, por exemplo. Outro fator importante é a dificuldade de conseguir equipamentos necessários, pois o Brasil possui umas das maiores reservas de silício, produto importante na fabricação dos painéis fotovoltaicos, mas importa cerca de 95% dos equipamentos o que encarece muito na sua comercialização a nível de preços acessíveis. (eletrosul, 2011)

## **POTENCIAL NACIONAL DE ENERGIA SOLAR**

O Brasil possui uma série de características naturais favoráveis, tais como: um alto nível de insolação e reservas de quartzo de qualidade para a fabricação de silício, excelente incidência solar, utilizado nos painéis solares. Segundo um estudo prospectivo para energia fotovoltaica, em andamento no centro de gestão e estudos estratégicos (CGEE), o Brasil tem condições de se figurar como uma potência quanto à geração energética até a metade deste século.

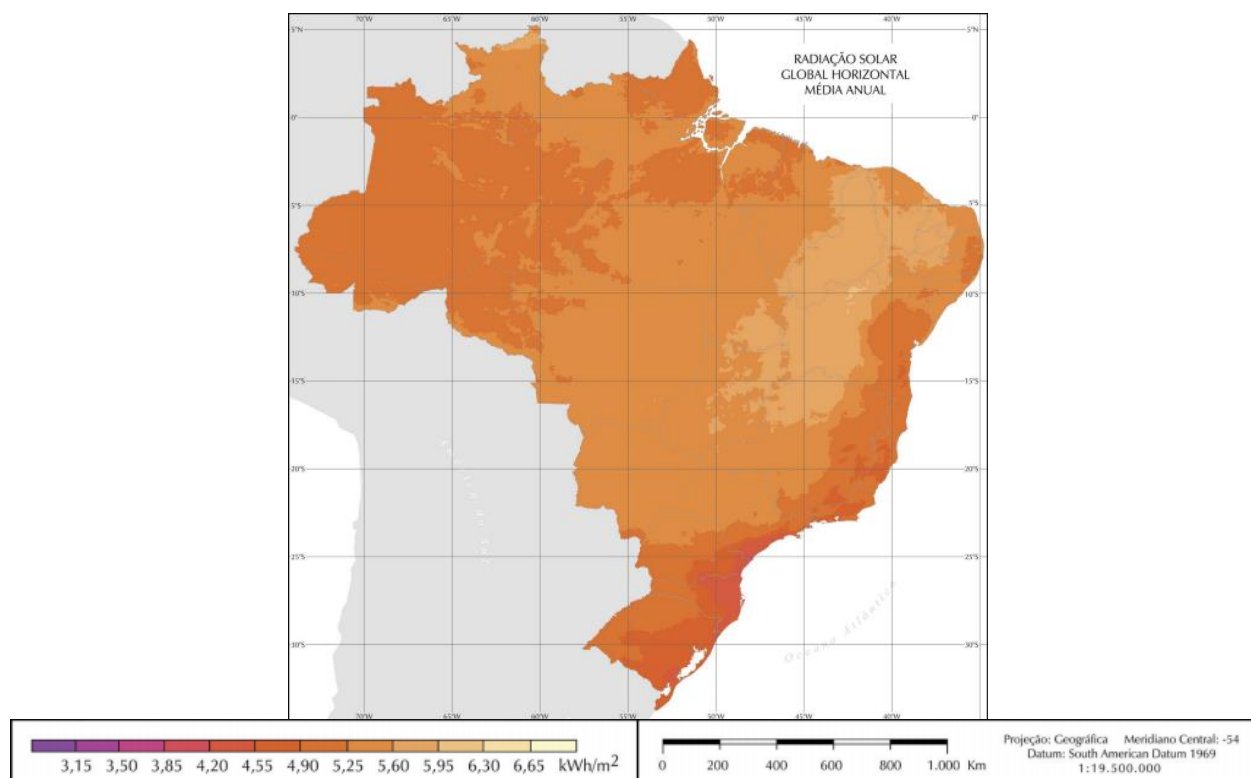
Tal afirmativa pode ser comprovada com os níveis de irradiação média Brasileira anual que varia entre 1.200 e 2.400KWh/m<sup>2</sup>/ano, valores significativamente maiores que países Europeus, como a Alemanha que apresenta variação de 900 a 1.250kWh/m<sup>2</sup>/ano, França com variação entre 900 e 1.650KWh/m<sup>2</sup>/ano e Espanha variando entre 1.200 e 1.850KWh/m<sup>2</sup>/ano. (Delpupo, 2013).

A região nordeste apresenta o maior valor de irradiação solar global, com pouca variação anual de irradiação entre as regiões geográficas. Na região central da Bahia é onde se apresenta a maior concentração de irradiação e baixa nebulosidade durante todo o ano.

Os menores valores de irradiação solar global estão na região sul, abrangendo desde a costa norte do estado de Santa Catarina, litoral do Paraná e Litoral sul de São Paulo.

Apenas para demonstrar a grandeza do potencial solar nacional, seria necessário o encobrimento de uma área de 2.400km<sup>2</sup> de painéis solares para suprir todo o consumo do sistema interligado, numa região com insolação média entre 1.400KWh/m<sup>2</sup>/ano. Esta área corresponde a aproximadamente a metade do município de Salvador-BA. (SIN, 2011)

A “figura 1” mostra o mapa da radiação solar global média horizontal.



**Figura 1: Radiação Solar Global Horizontal Média Anual retirada do manual de notas técnicas da EPE – Empresa de Pesquisa Energética.**

Fonte: FORTES 2010

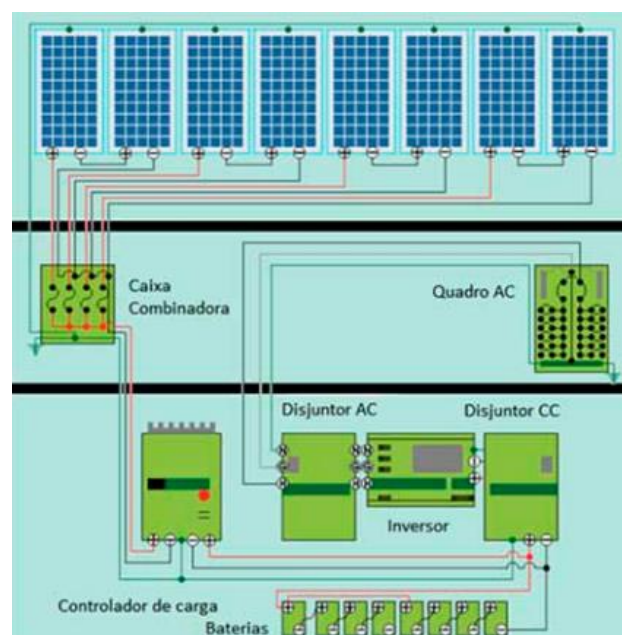
## CUSTOS

A conversão de energia solar em eletricidades se dá por meio de duas tecnologias: a fotovoltaica e a fototérmica (heliotérmica), sendo a fotovoltaica mais desenvolvida tecnologicamente e podendo apresentar maior interesse de investidores.

O custo das instalações fotovoltaicas pode ser dividido em três categorias: os painéis fotovoltaicos, o inversor e o BoS (*Balance of the System*) que são os equipamentos estruturais; cabos, conexões, equipamentos elétricos e a engenharia necessária.

Sistemas isolados utilizam baterias, e por este fato, necessitam a utilização de equipamentos de controle de carga/descarga das mesmas, por precisarem armazenar energia elétrica gerada. Por isso este tipo de sistema tem que ser superdimensionado, pois precisa atender as necessidades dos períodos críticos, que são períodos com maior diferença entre baixo nível de irradiação solar e alto consumo.

Já o sistema interligado, que é interligado à rede convencional, conhecidos com sistemas fotovoltaicos on grid, não precisa ser superdimensionado como no sistema isolado (off-grid). O sistema proposto pela ANELL é o sistema de compensação de energia elétrica (*net metering*), procedimento no qual o consumidor de energia elétrica instala pequenos geradores em sua unidade consumidora (seja uma fonte fotovoltaica ou eólica, por exemplo) e a energia gerada é utilizada para abater o consumo de energia elétrica da unidade, ou seja, o sistema injetaria energia na rede nos meses com geração maior que o consumo, gerando um "crédito energético", que seria utilizado nos meses com consumo maior que geração.

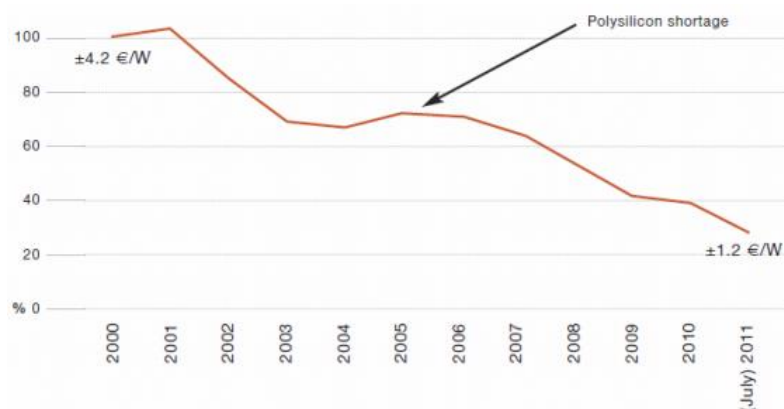


**Figura 2: Esquema de um sistema fotovoltaico isolado.**

Fonte: Abinee (2012).

## Painéis

A fig. 3 mostra a queda dos preços dos painéis na Europa.



**Figura 3: Preço dos painéis na Europa**

Fonte: EPIA (2011)

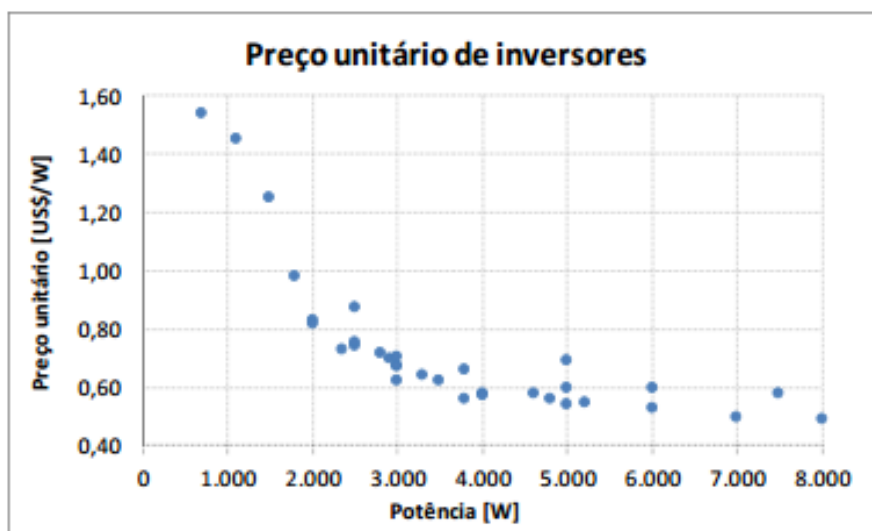
Os painéis solares são os itens que mais apresentaram queda no custo, sendo responsáveis por 60% do custo total do sistema fotovoltaico, mostrando uma grande tendência na queda dos preços totais para o sistema fotovoltaico. Como visto na Fig. 3, os preços caíram de 4,2 Euros/W para 1,2 Euro/W em aproximadamente 11 anos.

Uma medida importante para este setor já está disponível dentro do Plano Brasil Maior. O PADIS (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores), possibilita a isenção de uma diversidade de tributos federais (IPI, PIS/Cofins e IR) na comercialização dos semicondutores, o que inclui a célula fotovoltaica. De acordo com o Decreto 7.600 de novembro de 2011, estão isentos os produtos classificados nas posições NCM 85.41, que incluem "(...) dispositivos fotossensíveis semicondutores, incluídas as células fotovoltaicas, mesmo montadas em módulos ou painéis.

No Rio de Janeiro, o CONFAZ (Conselho Nacional de Política Fazendária), prevê isenção de ICMS para circulação e importação de bens relacionados à geração fotovoltaica.

## Inversores

São dispositivos elétricos ou eletromecânicos capazes de converter um sinal elétrico CC (corrente contínua) produzido pelos módulos fotovoltaicos em sinal elétrico CA (corrente alternada) com frequência e formato de onda o mais próximo da corrente da rede elétrica. Alguns inversores oferecem um sistema de medição com envio de dados por rádio ou cabo para um servidor e este para a internet.



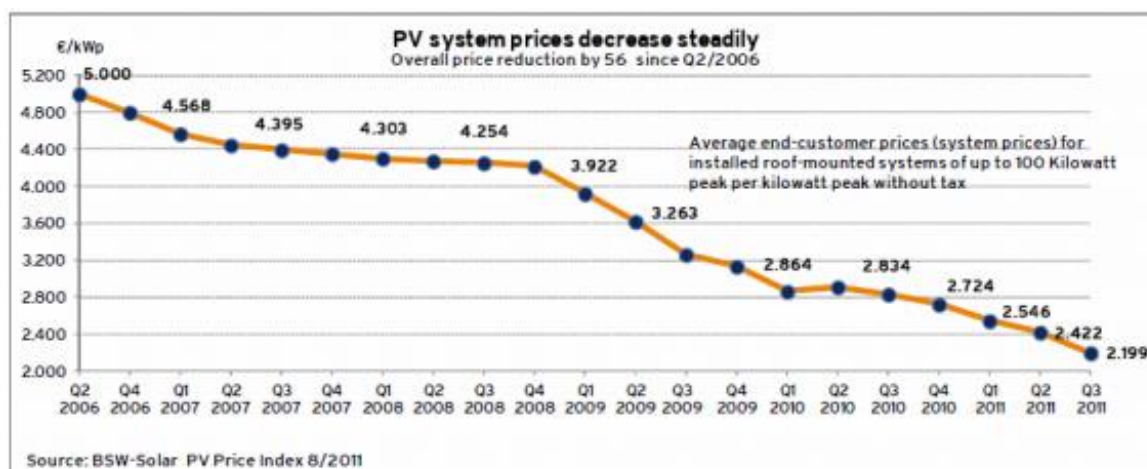
**Figura 4: Preço unitário de inversores**  
 Fonte: pvXchange em www.solarserver.com

Hoje já existem no mercado os microinversores, que são acoplados nos painéis fotovoltaicos e tem uma faixa de custo entre US\$0,85 a US\$0,98/Wp.

A produção de inversores já ocorre no país, principalmente através de competidores globais. Empresas de pequeno e médio porte também atuam na produção para a demanda do setor fotovoltaico. O setor já é beneficiado pela lei da informática, que reduz o IPI na produção em 95% para as regiões Centro Oeste, e 80% para as demais regiões. Estes percentuais de redução serão reduzidos ao longo do tempo, a partir de 2015, sendo extinto em 2019. Para bens desenvolvidos no País, a lei prevê isenção de até 100% do IPI no primeiro momento. (lei 11.077/04)

### Sistema Completo

A fig. 5 mostra os preços do sistema fotovoltaico completo.



**Figura 5: Queda nos preços dos sistemas fotovoltaicos**  
 Fonte: BSW – Solar PV - 2011

Estima-se que em uma década os painéis serão responsáveis por 40% do custo total da instalação e os BoS serão responsáveis por 50% do custo total.

Os BoS, vêm se tornando uma importante parcela de custo final do sistema, uma vez que sua curva de redução de preços é menos acelerada que a curva de redução do módulo em si. Uma boa parte das empresas que atendem este mercado já atua no Brasil, pois suas linhas de produção não são exclusivas para o setor fotovoltaico, exceto pra equipamentos específicos para o sistema fotovoltaico. Por isso, o próprio aumento de demanda deverá fazer com que aumente a produção destes equipamentos específicos para a cadeia nacional.

É inevitável o acréscimo da capacidade instalada, será bem superior ao crescimento do mercado, e por esse fato e pelos baixos preços praticados pela china, a pressão para que os preços continuem baixos será mantida, um processo geralmente visto em mercados com excesso de capacidade, o que provavelmente acelerará a consolidação da indústria fotovoltaica.

## **INCENTIVOS**

Existem vários tipos de incentivos na literatura que devem ser ressaltados. Observando a história da geração fotovoltaica em países aonde este tipo de energia vem sendo desenvolvida, nota-se o papel de incentivos governamentais ou particulares.

A regulamentação da ANEEL para sistemas de mini e micro geração distribuída (resolução nº 482, publicada em 17 de abril 2012), definiu que proprietários de residências, comércios e indústrias podem produzir sua própria energia com fonte renovável, o que é um verdadeiro avanço como incentivo.

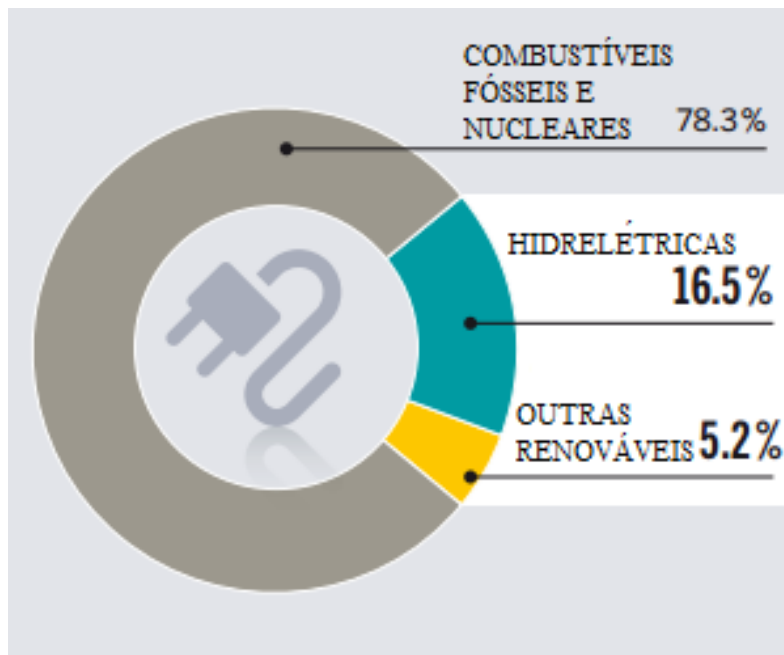
A resolução determina que, para viabilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, as concessionárias do setor devem disponibilizar aos interessados um modelo de medidor bidirecional, permitindo que a energia gerada no local possa ser enviada à rede geral de energia, gerando créditos que podem ser utilizados até 36 meses após a data do faturamento.

MECANISMOS	DESCRIÇÃO
Tarifa prêmio	Aquisição, pela distribuidora, da energia a uma tarifa superior àquela paga pelo consumidor. Subsídio dado pelo governo e repassado aos demais consumidores
Cotas (ROC, RPO, REC, RPS, e Leilões.	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração elétrica a partir de fontes renováveis
Dedução no imposto de renda	Dedução no imposto de renda de parte ou todo investimento realizado em sistemas fotovoltaicos
Incentivo à aquisição de eletricidade “verde” oriunda de sistemas fotovoltaicos	Confere ao consumidor final o direito de escolha quanto à aquisição de eletricidade proveniente de geração fotovoltaica, mediante o pagamento de uma tarifa maior
Obrigatoriedade de aquisição de FV no portfólio obrigatório de renováveis	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração proveniente de geração fotovoltaico
Fundos de investimentos para FV	Oferta de ações em fundos privados de investimentos
Ações voluntárias de bancos comerciais	Concessões preferenciais de hipotecas para construções que possuam sistemas fotovoltaicos e empréstimos para instalações destes sistemas
Ações voluntárias de distribuidoras	Mecanismos de suporte à aquisição de energia renovável pelos consumidores, instalação de plantas centralizadas de FV, financiamento de investimento e modelos de aquisição de eletricidade derivada de FV

**Tabela 1. Mecanismos de incentivos a geração fotovoltaica**

Fonte: Retirado da nota técnica análise de inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira (2012)





**Figura 6: Participação de fontes renováveis na produção de eletricidade global em 2012, adaptado do relatório REN21.**

Fonte: Renewables 2013 Global Status Report

De acordo com o REN21 de 2013, só 19% da energia global consumida provêm de fontes renováveis.

Em todos os países onde a geração fotovoltaica é mais expressiva, como Alemanha, Itália, França, Estados Unidos, Japão, e Espanha, foi adotado o sistema de tarifa prêmio, sendo um negócio de baixo risco e alto retorno atraindo investidores. Este incentivo tem se mostrado o mais eficiente atrativo para esse tipo de geração.

O incentivo no imposto de renda tem sido outro importante meio de incentivo, sendo praticada em países como França e Estados Unidos. De acordo com o departamento de energia dos Estados Unidos, as residências que investirem em fontes de energia local como eólicas solares ou geotérmicas podem receber descontos de até 30%, podendo ser incluída o custo com instalações do sistema original, os custos do trabalho e preparação.

Outro método usado é a isenção fiscal para equipamentos, montagem e instalações. Os principais impostos são de nível federal no caso de impostos de importação como: IPI, PIS, COFINS; cuja carga tributária pode chegar a 25% do custo de venda e montagem dos equipamentos.

Por fim, nota-se que o incentivo no imposto de renda se mostra como a principal fonte de interesse principalmente para o amadurecimento do mercado interno, sendo os

financiamentos também uma maneira bastante eficaz de reduzir os custos iniciais e com pouco impacto no custo da geração.

No Japão, por exemplo, que tinha principal fonte de energia era a energia nuclear, logo após o acidente em Fukushima, investiu alto em fontes renováveis de energia, em uma previsão otimista em cerca de 20 anos 90 % da matriz energética desse país será renovável.

No dia 10 de janeiro deste ano, o Brasil registrou o recorde de consumo de energia, atingindo 79.962 megawatts (MW). A informação foi dada pelo presidente do Operador Nacional do Sistema Elétrico e publicada pelo jornal O Globo no mesmo dia. Este fato ilustra a enorme demanda de energia a cada ano no país. De acordo com o REN21, o Brasil é o terceiro país com maior capacidade produtiva de energias renováveis atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Segundo o relatório Balanço Energético Nacional 2013 realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), mostra que 42,4% da matriz energética Brasileira são de fontes renováveis, que inclui a biomassa de cana, hidrelétricas, lenha e carvão vegetal, lixo e outras renováveis. E vale salientar que a irradiação solar dos melhores parques na Alemanha, líder em produção de energia fotovoltaica, é inferior à dos locais de menor irradiação brasileira.

## **CONCLUSÃO**

É evidente a capacidade do Brasil em relação a geração fotovoltaica, pois apresenta condições climáticas muito mais favoráveis que os países que investem nessa fonte de energia. Mas também é importante ressaltar a importância governamental que esses países tiveram para a inserção da energia fotovoltaica, incentivos como a diminuição da carga tributária sobre os equipamentos. O Brasil apresenta atualmente um déficit tecnológico que atrasa e encarece a inclusão da energia fotovoltaica na malha energética brasileira.

Em alguns países a energia fotovoltaica se tornou realidade graças aos incentivos, que podem não ser mais necessários num futuro onde esta fonte de energia se torne mais competitiva.

Da geração distribuída e centralizada, a que se mostra mais competitiva no momento é a distribuída, contudo, é evidente a necessidade de estimular o desenvolvimento do mercado para a energia solar, viabilizando a redução mais significativamente dos custos de produção. Logo a utilização da energia solar como forma de geração distribuída é um forte caminho para que o Brasil possa vencer a demanda energética que a cada dia assusta mais o país.

## REFERÊNCIAS

Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos\\_23/NT\\_EnergiaSolar\\_2012.pdf](http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf)>.

Acesso em: janeiro de 2014.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: janeiro 2014.

Articulista convidado – A ampliação da energia solar necessita de incentivos e planejamento, 4 jun. 2013. Disponível em: <<http://revistasustentabilidade.com.br/articulista-convidado-a-ampliacao-da-energia-solar-necessita-de-incentivos-e-planejamento/>>. Acesso em: fevereiro 2014

Departamento Nacional de Aquecimento Solar. Dasol. Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br/2012/08/pac-2-investe-55-bi-em-energia/>>. Acesso em : janeiro 2014.

Eletrosul lança desafio para o meio científico: purificar silício para produção de células solares. 2011. Eletrosul, Brasil. Disponível em: <[http://www.eletrosul.gov.br/home/conteudo.php?cd=65&tipo=55&galeria=8&id\\_codigo=1257/](http://www.eletrosul.gov.br/home/conteudo.php?cd=65&tipo=55&galeria=8&id_codigo=1257/)>. Acessado em: fevereiro 2014.

Energia solar Vs gás de xisto: uma questão de vontade política, 24 jun. 2013. Disponível em: <<http://revistasustentabilidade.com.br/energia-solar-vs-gas-de-xisto-uma-questao-de-vontade-politica/>>. Acesso em: fevereiro 2014.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. Brasília 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: janeiro 2014.

EPIA [European Photovoltaic Industry Association] 2014. Disponível em: <<http://www.epia.org>>. Acesso em: janeiro 2014.

IEA [International Energy Agency]. 2014. Disponível em: <<http://www.iea.org>>. Acesso em: janeiro 2014.

Insolação e grande reserva de quartzo podem levar o Brasil à elite do setor, afirma estudo prospectivo em andamento no CGEE. 2010. Agência de notícias CGEE. Disponível em: <[http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in\\_news=726&boletim=/](http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in_news=726&boletim=/)>. Acessado: fevereiro 2014.

Lobato, E. 2009, "Desenvolvimento de Estudos para Elaboração do Plano duio decenal (2010-2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral" J. Mendo consultoria. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/a\\_mineracao\\_brasileira/P27\\_RT37\\_Perfil\\_do\\_Quartzo.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P27_RT37_Perfil_do_Quartzo.pdf)>. Acessado em: fevereiro 2014.

Nicoletti, J. 2013."Energia Solar: países com maior capacidade instalada." Agência de notícias DW, Brasil. Disponível em: <<http://www.dw.de/energia-solar-pa%C3%ADses-com-maior-capacidade-instalada/a-16991069/>>. Acessado em: fevereiro 2014.

Pereira, E.B., Martins, F.R., Abreu, S.L., Ruther, *et al.* Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos (SP): SWERA/INPE[ Solar and Wind Energy Resource Assessment/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais], 2006. Disponível em: <[http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas\\_solar-reduced.pdf](http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf)>. Acesso em: Janeiro 2014.

Perguntas e respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/ 2012. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/FAQ\\_482\\_18-12-2012.pdf/](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/FAQ_482_18-12-2012.pdf/)>. Acessado em: fevereiro 2014.

Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. ABINEE. Preparado por: Grupo setorial de sistemas fotovoltaicos da ABINEE. Junho de 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em: janeiro 2014.

Regulação do Serviço de Distribuição, 2012. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=725&idPerfil=3/>>. Acessado em: fevereiro 2014.

Renewables 2013, global status report. REN 21. Disponível em: <[http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2013/gsr2013\\_lowres.pdf/](http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2013/gsr2013_lowres.pdf/)>. Acessado em: fevereiro 2014.

Resolução normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012, Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Disponível em:< <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf/>>. Acessado em: fevereiro 2014.

Balanço Energético Nacional 2013. Empresa de Pesquisa Energética - EPE, Ministério de Minas e Energia - MME. Disponível em: <[http://www.forumdeenergia.com.br/nukleo/pub/sintese\\_do\\_relatorio\\_final\\_2013\\_web.pdf/](http://www.forumdeenergia.com.br/nukleo/pub/sintese_do_relatorio_final_2013_web.pdf/)>. Acessado em: fevereiro 2014.

## **Sobre os Autores**

**Autor 1:** Aluno de doutorado em Engenharia Mecânica, na Universidade Federal Fluminense - UFF. Atua na área de Energia Renováveis. E-mail: [prof.victorbsouza@gmail.com](mailto:prof.victorbsouza@gmail.com)

**Autor 2:** Aluno de doutorado em Engenharia Civil, na Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. Atua na área de Energia Renováveis.

**Autor 3:** Aluno de Graduação em Engenharia Mecânica, na Sociedade Universitária Redentor – FacRedentor. Atua no programa de IC na área de Energias Renováveis.