

O PANORAMA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA À REDE ELÉTRICA NO BRASIL: BENEFÍCIOS, LEGISLAÇÃO E DESAFIOS

Isabel Salamoni (1); Alexandre Montenegro (2); Ricardo Rütther (3)

(1) Dra. Eng. Civil, isalamoni@gmail.com

(2) Engenheiro Mecânico, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, alex.ises.br@gmail.com

(3) PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, ecv1rrr@ecv.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Cx Postal 476, Florianópolis-SC, 88040-900, Tel.: (48) 3721 5184

RESUMO

Embora o Brasil disponha de grande potencial para a aplicação da energia solar fotovoltaica (FV) e seja particularmente privilegiado por ter elevados níveis de irradiação solar, o papel dessa fonte renovável de energia (FRE) no mercado brasileiro ainda é bastante pequeno e a legislação do setor elétrico em vigor não prevê incentivos para os sistemas FV interligados à rede elétrica pública. Os altos custos envolvidos na sua implantação e o paradigma de que essa FRE é viável para a aplicação interligada à rede somente nos países desenvolvidos são fatores fundamentais utilizados para justificar a não exploração desse tipo de uso de sistemas FV em nosso país (já que para sistemas FV autônomos e termo-solares há incentivos). O objetivo deste artigo é demonstrar os benefícios da utilização de sistemas FV conectados à rede pública de distribuição e apresentar as barreiras que freiam a inserção da energia FV na matriz energética nacional. O trabalho também ressalta a importância da criação de um mecanismo de incentivo que contemple essa FRE até então negligenciada, para que a experiência necessária para desenvolver um mercado em grande escala possa ocorrer com o máximo benefício no momento em que o preço da energia FV e da energia convencional forem os mesmos para o usuário final (paridade tarifária).

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Paridade Tarifária, Mecanismo de Incentivo.

ABSTRACT

Although Brazil has great potential for photovoltaics (PV), and is particularly privileged by high solar radiation levels, the role of this renewable energy source (RES) at the Brazilian market is still very small, and the current legislation of the electric sector has no incentives for grid-connected PV systems. The high costs and the paradigm that this RES is feasible for grid-connection only for developed countries are the fundamental arguments placed to justify the lack of consideration of PV energy in Brazil. The main aim of this paper is to demonstrate the benefits of grid-connected PV systems and it presents the bottlenecks that limit the widespread adoption of PV energy at the Brazilian electrical sector mix. It also highlights the importance of establishing an incentive program that includes PV energy, so that the necessary experience for developing a large scale market happens with the maximum benefits when PV electricity price is equal to or cheaper than grid power (grid parity).

Keywords: Photovoltaics, grid parity, incentive program.

1. INTRODUÇÃO

O quadro de oferta futura de energia elétrica, aliado às projeções de crescimento da demanda, aponta a fragilidade de garantia da oferta de energia no Brasil para os próximos anos. A infra-estrutura das linhas de transmissão e distribuição, bem como as perdas energéticas associadas e as restrições ambientais para a construção de novas usinas hidroelétricas também devem ser levadas em consideração, quando se avalia a viabilidade desta fonte renovável de energia de forma conectada à rede. Para agravar a situação, além da

baixa agregação de usinas hídricas, o parque térmico a gás natural está pouco operante por falta do combustível.

Segundo dados do Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), o consumo de energia elétrica em 2030 poderá se situar entre 950 e 1.250 TWh/ano, o que exigirá um aumento expressivo na oferta de energia elétrica no Brasil. Mesmo que seja dada prioridade ao uso do potencial hidroelétrico, ainda assim a instalação de 120 mil MW, elevando para 80% o uso desse potencial, poderia não ser suficiente para atender à demanda por energia nesse horizonte.

Portanto, torna-se um desafio, aumentar o acesso e a qualidade dos serviços energéticos aos diversos setores de consumo e, principalmente avaliar novas fontes de geração, a fim de proporcionar ao país uma maior qualidade e segurança no abastecimento de energia, sem prejudicar o meio ambiente. Neste contexto, a busca por uma maior diversificação da matriz energética nacional, principalmente através da geração distribuída com base em fontes renováveis de energia (FRE), seria uma das alternativas face às dificuldades futuras no suprimento energético do país, a fim de proporcionar uma maior segurança no abastecimento de energia, de forma ambientalmente sustentável.

As FRE devem ser analisadas sob um critério de complementação e não de substituição às fontes convencionais. Ou seja, de modo estratégico, elas devem estar entrelaçadas, tentando atender, além do equilíbrio ambiental, a segurança no abastecimento de energia. Uma nova estratégia, baseada em dois eixos: geração descentralizada e eficiência energética (desde a geração até o transporte ao usuário final) seria uma alternativa face às dificuldades futuras no suprimento energético do país. Essa estratégia, além de permitir uma maior segurança no abastecimento de energia e de reduzir as perdas na transmissão e na distribuição, possibilita uma geração de forma ambientalmente sustentável.

Com o objetivo de promover o uso racional de energia a nível mundial, através da utilização de FRE, diversos países desenvolvidos, têm investido fortemente em programas de pesquisa e desenvolvimento. Apesar das FRE oferecerem benefícios ambientais maiores, quando comparadas aos combustíveis fósseis, o custo de geração ainda permanece alto. Vale ressaltar que esses custos têm diminuído significativamente ao longo dos anos.

No caso da energia FV, essa redução de custos teve início desde a sua utilização para aplicações terrestres, em 1970 (POPONI, 2003); (KESHNER; ARYA, 2004); (HOFFMANN, 2006). É esperado que esses custos diminuam ainda mais; porém, a implementação do uso em larga escala dessa fonte poderia ser mais acelerada se os governos investissem mais em programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e, principalmente, em programas de incentivo por tempo limitado e curto.

Segundo dados da *European Photovoltaic Industry Association* (EPIA, 2008), apresentados na Tabela 1, a tecnologia FV, embora seja uma das mais caras nos dias de hoje, é a que apresenta uma maior estimativa de redução de custos ao longo dos anos. De acordo com estimativas de crescimento das tarifas de energia convencional e com as previsões de redução de custos dos sistemas FV, ambas as curvas se cruzarão na próxima década e a geração FV será então competitiva com a geração convencional (paridade tarifária¹).

Tabela 1: Custos da geração elétrica para diferentes fontes de energia e as perspectivas de redução de custos ao longo dos anos.

Fonte: EPIA, 2008.

Custo da geração elétrica (€/kWh)	Hoje 2005	Amanhã 2030	Depois de amanhã
Combustíveis Fósseis (carvão, gás)	4-4.5	6-7	6.5-9
Nuclear	4-6	3.5-7	3.6-6
Eólica	9-7.5	6-5	3-4
Solar Térmica	17	6	3
Solar FV	20-40	5-10	3-6

O objetivo do mercado solar FV deve ser o de atingir a paridade tarifária, reduzindo os preços da energia gerada através de sistemas FV de forma a fazer com que esta se torne competitiva com a energia convencional, para possibilitar então sua difusão em grande escala. A viabilidade da utilização dessa fonte está relacionada a incentivos tanto do governo quanto de empresas privadas, que financiam e promovem os projetos, com a finalidade de obter um maior desenvolvimento do país. Estudos mostram que na próxima

¹ A paridade tarifária é atingida quando o preço da energia FV e da energia convencional são os mesmos para o usuário final.

década algumas regiões do Brasil já terão o preço da energia FV equivalente ao da geração convencional (SALAMONI *et al.*, 2008).

Dada sua localização geográfica, o Brasil é particularmente privilegiado por ter níveis de irradiação solar superiores à maioria das nações desenvolvidas. Essa característica coloca o país em vantagem em relação aos países desenvolvidos, principalmente no que tange à utilização da energia solar FV (PEREIRA *et al.*, 2006). Além de o país possuir um grande potencial de geração de energia elétrica através da conversão solar FV, há regiões onde esta tecnologia é a solução mais adequada, técnica e economicamente, devido ao baixo consumo energético das unidades consumidoras, às dificuldades de acesso a redes de distribuição e a restrições ambientais.

Com uma parcela significativa da população brasileira vivendo na zona rural, e ainda sem acesso à energia elétrica e a serviços sociais básicos (cerca de 20 milhões de brasileiros) (IBGE, 2007), o Brasil e diversos outros países em desenvolvimento encontram nestas tecnologias uma opção que pode contribuir para a meta de universalização, denunciando o caráter concentrador e excludente do modelo. Nesse contexto, existe o paradigma de que a energia solar FV apenas é viável para países desenvolvidos ou para aplicações em áreas isoladas dos países em desenvolvimento. Isso representa uma forte barreira à disseminação dessa tecnologia.

A transição do setor energético em busca de uma maior utilização das FRE não acontece sozinha. O governo é a principal ferramenta para a disseminação dessas fontes, pois ele tem o poder de desenvolver e incentivar a tecnologia renovável, através da criação e aplicação de leis e programas de incentivo para o seu fomento. Primeiramente, são necessárias políticas adequadas e mecanismos de incentivo que favoreçam esse desenvolvimento. Além da questão ambiental, um dos principais objetivos do incentivo à utilização das FRE é aumentar o grau de competitividade dessas, através de economias de escala.

A criação de um mecanismo de incentivo que estimule a inserção da energia FV no Sistema Interligado Nacional (SIN) estaria promovendo um desenvolvimento regional sustentável e auxiliando na melhoria social e econômica do país. Essa contribuição ocorreria de forma direta através do reforço ou do abastecimento energético em comunidades locais, favorecendo a erradicação da pobreza e gerando novos empregos (especialmente no setor de pequenos e médios negócios, que corresponde a uma grande parcela da estrutura econômica do Brasil).

Atualmente, a geração de energia elétrica por FRE no Brasil vem passando por uma nova fase, mas mesmo o país já tendo dado início ao incentivo, principalmente através do PROINFA, e tendo um vasto potencial para a aplicação dessas, a tecnologia solar FV não tem sido contemplada e incentivada de forma clara pela legislação em vigor.

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), o Brasil tem duas oportunidades únicas e imediatas no que diz respeito à sua inserção no mercado FV internacional: a primeira é estimular a utilização de sistemas solares FV conectados à rede elétrica pública e aproveitar o programa de universalização como esteio inicial para fomentar no país a criação de um parque industrial competitivo de sistemas FV capaz de disputar esse mercado e a segunda é fomentar no Brasil a instalação de indústrias de beneficiamento do silício metalúrgico para alcançar o grau de pureza solar.

O lançamento do PNE 2030 apresentou pela primeira vez no Brasil uma projeção futura e um planejamento estratégico de médio prazo para o setor energético nacional. No cenário de referência, foi considerada a instalação de 88.000 MW em usinas hidroelétricas entre 2005 e 2030, com aproveitamento de boa parte do potencial da Amazônia. O PNE 2030 considera ainda a adição de 7.200 MW em PCHs, 4.600 MW em novas usinas eólicas, 6.300 MW em usinas de cogeração com biomassa da cana-de-açúcar e mais 1.300 MW em outras fontes, como o aproveitamento de resíduos urbanos. Na geração térmica não-renovável, considerou a instalação de 12.300 MW em usinas a gás-natural, 4.600 MW em usinas a carvão na região Sul do país e 5.345 MW em usinas nucleares nas regiões Sudeste e Nordeste (Angra 3 e mais quatro usinas de 1.000 MW cada). O fato de desconsiderar por completo o potencial da geração solar FV e estimar para 2030 somente 4.600 MW em novas usinas eólicas demonstra o tipo de resistência que se pode esperar no apoio a estas FRE. A grande crítica a este estudo de planejamento integrado dos recursos energéticos é justamente a pouca importância atribuída à diversificação que as FRE podem representar, bem como seu potencial de redução de custos nos próximos 20 anos. Afirmar, por exemplo, que em 2030 a energia solar FV não irá desempenhar papel pelo menos da mesma ordem de grandeza da geração nuclear ou térmica a carvão no Brasil é subestimar uma fonte renovável de energia que vem demonstrando grande potencial de competitividade para as próximas décadas (RÚTHER *et al.*, 2008b).

Neste contexto, é de extrema importância que sejam apresentados de maneira clara os benefícios da utilização da energia FV e o potencial brasileiro para a sua aplicação. Dessa forma, será possível quebrar os

paradigmas que freiam a inserção dessa FRE na matriz energética brasileira e com isso, estimular a criação de um mecanismo de incentivo que contemple esta fonte até então negligenciada.

Um dos grandes empecilhos para a adoção da energia solar em grande escala é o alto custo, o que muitas vezes torna seu uso inviável. O incentivo à produção de tecnologia nacional e a iniciativa de projetos privados e governamentais pode resultar na diminuição do custo e, dessa forma, incentivar a proliferação dessa fonte (SALAMONI *et al.*, 2008).

Políticas para acelerar a aplicação das energias renováveis no mercado energético dos países em desenvolvimento, em especial o Brasil, poderiam seguir experiências que obtiveram sucesso nos países desenvolvidos. As experiências obtidas com as primeiras instalações seriam fundamentais para que os mesmos erros não fossem repetidos e para que se pudessem seguir as melhores estratégias adotadas (RÜTHER *et al.*, 2008a).

Os elevados índices de radiação em todo o território nacional e as elevadas tarifas residenciais de energia elétrica indicam que a assim chamada paridade tarifária entre a geração solar e as fontes convencionais de geração de eletricidade deverá ocorrer no Brasil na próxima década. Neste contexto, é de extrema importância a adoção de um programa de incentivo à tecnologia fotovoltaica, para que a experiência necessária para dominar o mercado em grande escala possa ocorrer de forma ordenada e com o máximo benefício, no momento em que a paridade tarifária for atingida.

A paridade de rede acontecerá por si própria ao longo dos anos, independente de qualquer subsídio ou programa de incentivo. O que se espera é que o país invista de em maior escala na tecnologia FV, antes que ela tenha seus preços equivalentes aos da geração convencional. Dessa forma, o setor elétrico brasileiro já estará preparado e maduro o suficiente para integrar no seu sistema essa nova fonte de energia de forma a atender às necessidades requeridas e promover um maior desenvolvimento econômico e social para o país (RÜTHER, 2008).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar os benefícios da utilização da energia solar FV conectada à rede elétrica no Brasil, bem como as principais barreiras que impedem a inserção dessa FRE na matriz energética nacional, como geração descentralizada, num país de dimensões continentais e com elevados índices de irradiação solar.

3. MÉTODO

O trabalho analisou os programas de incentivo nos países desenvolvidos e observou os benefícios, energéticos, sociais e ambientais oriundos da utilização da energia solar FV conectada à rede elétrica. Posteriormente foi analisada a situação do Brasil para promover e para dar suporte às FRE. Nessa etapa, foram observados os mecanismos de incentivo que visam à inserção dessas fontes no SIN e as legislações e regulamentações em questão. Dessa forma, foram identificadas as falhas de alguns programas e as principais barreiras (técnicos, econômicos e políticos), que freiam essa inserção em grande escala da energia solar FV na matriz energética brasileira.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Os benefícios da utilização da energia FV no Brasil de forma conectada à rede elétrica

O sistema integrado junto ao ponto de consumo apóia-se na rede pública, auxiliando na redução do pico de demanda, diminuindo a dependência das fontes convencionais de energia, de forma não poluente e não prejudicial ao meio ambiente. Além disto, dado o caráter complementar da geração hidroelétrica e solar (chuvas = pouco sol e vice versa), a geração solar FV em grande escala poderia contribuir significativamente para melhor balancear a grande dependência do setor elétrico brasileiro em uma fonte geradora dominante e sazonal como é a geração hidráulica.

Os sistemas FV integrados à edificação urbana e interligados à rede elétrica são considerados atrativos principalmente em grades centros urbanos. Além desses sistemas não necessitarem de uma área física específica para a sua aplicação, podem utilizar as mesmas linhas de transmissão da geração convencional, gerado energia no próprio ponto de consumo. Quando localizados estrategicamente no sistema de distribuição, podem contribuir significativamente para a redução da curva de carga (JARDIM *et al.*, 2007).

A utilização dessa fonte, de forma complementar à hidroeletricidade, pode ser considerada uma grande alternativa para a utilização de medidas de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD), principalmente quando alocadas em alimentadores urbanos que estão sobrecarregados. Pequenos geradores solares FV, como geração distribuída, podem ser eficientes, confiáveis e simples de implementar. Em

algumas áreas, eles podem ser competitivos com a geração convencional e propiciar uma maior confiabilidade no abastecimento de energia, quando comparados com os sistemas convencionais de geração de energia. Em outros casos, ele pode aumentar a capacidade da rede, através da complementaridade de energia, promovendo uma maior *performance* e eficiência na rede. Dessa forma, a inserção da energia solar FV na matriz energética nacional, de forma complementar, poderia trazer grandes benefícios, tanto ao setor energético, quanto aos setores econômicos e sociais do país. São considerados casos atrativos para a utilização da energia FV como geração distribuída (GD):

- Áreas metropolitanas onde o sistema de rede local tem uma capacidade pequena para suportar o crescimento da demanda e a possível reestruturação da rede elétrica acarretaria em altos investimentos;
- Setores comerciais ou industriais, que apresentam grande consumo energético e um pico de demanda diurno. Neste caso, o pico de geração de energia FV, muitas vezes coincide com o pico de demanda do setor, auxiliando na diminuição da sobrecarga da rede e auxiliando na redução deste pico de demanda;
- Áreas rurais ou remotas, onde os custos envolvidos para a expansão da rede são elevados;
- Localidades onde, devido a diversos fatores, o custo da energia de rede é mais elevado. Neste caso, a partir do momento em que houver a paridade tarifária entre a tecnologia FV e a geração convencional, faz sentido que essas regiões já tenham atingido maturidade e domínio tecnológico no que se refere à inserção dessa nova fonte no SIN;
- Consumidores que necessitem criar uma “imagem verde” como estratégia de marketing para seus produtos. Através da Resolução 247 de 2006 (ANEEL, 2009), que estabelece critérios de comercialização de energia fora do mercado cativo, os assim chamados “consumidores livres” ou até mesmo edificações de alto impacto visual (tais como prédios públicos, aeroportos, estádios de futebol), poderiam ter um benefício agregado à sua imagem, através da compra de energia gerada por sistemas FV.

4.2 Legislação em vigor

Hoje em dia, os sistemas FV no Brasil contam com alguns benefícios e vantagens legais quanto à conexão com a rede elétrica nacional. De acordo com a Lei nº 9.074/95 e com a Resolução ANEEL nº 112/99, se aplicam por analogia a autorização não onerosa, para potência acima de 5.000 kW, ou simples comunicação ao poder concedente, quando tiver potência de até 5.000 kW e conforme a Lei nº 9.991/00, alterada pela Lei nº 10.438/2002 ainda conta com o benefício de isenção da aplicação anual de no mínimo 1 % de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento. Quando a potência instalada for de até 30.000 kW, se beneficia da redução das tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição, não inferior a 50 %, além de poder comercializar energia elétrica diretamente com o consumidor cuja carga seja maior ou igual a 500 kW, ou seja, com os consumidores especiais ou livres. Neste caso, a comercialização de energia é realizada no Ambiente de Contratação Livre (ACL).

No ACL há a livre negociação entre os Agentes Geradores, Comercializadores, Consumidores Livres, Importadores e Exportadores de energia, sendo que os acordos de compra e venda de energia são pactuados por meio de contratos bilaterais. Nesse ambiente há liberdade para se estabelecer volumes de compra e venda de energia e seus respectivos preços, sendo as transações pactuadas através de contratos bilaterais (CCEE, 2009).

O Processo de Comercialização de Energia Elétrica ocorre de acordo com parâmetros estabelecidos pela Lei nº 10848/2004, pelos Decretos nº 5163/2004 e nº 5.177/2004 (o qual instituiu a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE), e pela Resolução Normativa ANEEL nº 109/2004, que instituiu a Convenção de Comercialização de Energia Elétrica. Na contabilização de Janeiro de 2009, participaram das operações na CCEE 658 consumidores livres (CCEE, 2009). Nesse ambiente, o consumidor migra por questões ambientais, associadas à imagem da sua empresa, por questões éticas e/ou, e principalmente, quando vê vantagem nos preços.

De acordo com o Decreto nº 5.163/2004 (ANEEL, 2009), como fonte alternativa, o produtor independente de energia pode comercializar a energia no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), através de leilões específicos de compra de energia proveniente de fontes alternativas, com contratação de 10 até 30 anos e com a possibilidade de repasse integral de preços às tarifas. Como geração distribuída, ainda conforme o mesmo decreto o produtor independente pode comercializar a energia diretamente com as distribuidoras, por meio de leilões anuais de ajuste e com contratação por até dois anos e possibilidade de repasse integral de preços às tarifas, limitados ao valor do último leilão de energia (VR). No caso da

tecnologia solar FV e no contexto descrito, não existe atratividade para que esta energia seja comercializada nesse ambiente, pois seu elevado custo não a torna competitiva com o restante das tecnologias.

A contratação no ACR é formalizada através de contratos bilaterais regulados, denominados Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR), celebrados entre Agentes Vendedores (comercializadores, geradores, produtores independentes ou autoprodutores) e Compradores (distribuidores) que participam dos leilões de compra e venda de energia elétrica (CCEE, 2009).

A energia elétrica gerada por sistemas FV apenas poderá ser comercializada neste ambiente, como forma de geração distribuída, desde que a contratação seja precedida de chamada pública realizada pelo próprio Agente de Distribuição e com montante limitado a 10% do mercado distribuidor. Portanto, no contexto atual, é possível instalar e operar de forma simplificada sistemas fotovoltaicos de até 5.000 kWp (resolução normativa da ANEEL nº 112/1999) e a energia gerada por estas instalações pode ser comercializada no assim chamado ACL.

O grande desafio, baseado no contexto legislativo atual, passa então a ser a identificação de consumidores especiais ou consumidores livres que estejam dispostos a pagar um preço diferenciado por uma energia (solar) diferenciada, cujo custo ainda é superior ao das outras fontes convencionais de geração.

Embora no Brasil, já seja possível no sentido legal, instalar sistemas FV e comercializar a energia produzida como acima mencionado, os ainda altos custos não tornam esse mercado atrativo aos investidores. A vantagem que os consumidores livres e/ou especiais teriam seria o benefício agregado à imagem e a questões associadas à consciência ecológica. A partir do momento em que houver preços mais competitivos com a geração convencional ou um programa de incentivo baseado na obrigatoriedade de compra pela concessionária de toda a energia FV gerada, será possível atrair mais investidores e assim, fazer com que uma maior produção em escala aconteça.

4.3 Principais barreiras que freiam a inserção da energia solar fotovoltaica no Sistema Interligado Nacional

O setor elétrico brasileiro esteve por muitos anos com investimentos insuficientes, planejamento inadequado e marco regulatório instável, tendo em vista as suas principais características: i) estar vinculado à grande economia de escala; ii) ser intensivo em capital; iii) ter longo prazo de maturação dos investimentos; iv) demandar especificidades tecnológicas para as diversas fontes, e v) rigidez na localização dos potenciais.

Com base nas dificuldades citadas e na análise panorâmica do Setor Energético Nacional, algumas barreiras específicas para a inserção da energia solar FV no SIN podem ser destacadas:

- O Brasil, não apresenta os mesmos problemas ambientais associados a uma geração de energia baseada em combustíveis fósseis, como na maioria dos países desenvolvidos. Por esse motivo, não existe um lobby relevante para o investimento, relativamente superior, para a utilização dessa tecnologia, uma vez que os custos envolvidos no processo de geração convencional são menores;
- Atualmente, no Brasil, não existe nenhum mecanismo que quantifique os custos das externalidades associadas à geração de energia por meio da hidroeletricidade. A partir do momento em que for agregado ao seu custo final o custo dessas externalidades, a energia solar FV, que hoje ainda é vista como cara estará mais próxima de atingir a competitividade;
- O sistema de governo brasileiro, com relação à produção de energia e ao seu uso, é centralizado. Os estados e municipalidades não têm autonomia para legislar nas políticas relacionadas ao setor energético. Portanto, qualquer decisão é sempre tomada pelos órgãos do governo, o que se torna uma forte barreira, uma vez que existe uma grande rotatividade com relação aos cargos envolvidos e uma dificuldade de acesso aos agentes do primeiro escalão, que desconhecem as vantagens da utilização da tecnologia;
- Em comparação com a maioria dos países desenvolvidos, a economia brasileira ainda é bastante instável. As baixas taxas de juros, o pequeno aumento dos preços em geral, assim como o baixo risco de investimento existente nos países desenvolvidos são contrastados com as altas e instáveis taxas de juros aplicadas no Brasil, bem como elevada inflação e riscos. Assim, a instabilidade da economia brasileira é uma das grandes barreiras para a inserção da energia solar FV no SIN, uma vez que não encoraja investimentos e nem garante uma seguridade;
- O setor elétrico brasileiro vem ao longo dos anos sofrendo com os efeitos da inexistência de um mecanismo regulatório claro, consistente e duradouro, que reduza as incertezas, que são consideradas uma das maiores barreiras aos novos investimentos no setor. Os agentes do setor

elétrico, principalmente os investidores privados, têm grande aversão às freqüentes alterações, tanto regulatórias e econômicas quanto de agentes envolvidos. Essas mudanças se tornam mais preocupantes quando acontecem em um contexto no qual os investimentos são expressivos e o retorno é a longo prazo. Esse fator gera incertezas e faz com que os investidores não se sintam seguros para investirem numa tecnologia que não está madura nem bem suportada por leis;

- As falhas e o insucesso oriundos de alguns programas brasileiros para promover as FRE fazem com que haja um maior obstáculo da parte do governo com relação a investir em mecanismos de incentivo e, principalmente, geram incertezas e relutância aos investidores;
- Em algumas situações, devido ao seu alto custo, quando comparada à geração convencional, existe o paradigma de que, para aplicação em países em desenvolvimento, essa tecnologia é viável apenas no suprimento energético em áreas isoladas;
- A ausência de disseminação da informação para políticos, agentes e população em geral sobre os benefícios da utilização da energia FV;
- A ausência da participação dos agentes e da comunidade nas escolhas e projetos do setor elétrico;
- A ausência de um marco regulatório de caráter orientador para o setor, uma vez que as constantes mudanças e anúncio de normas e medidas provisórias criam um clima de incerteza para os investidores e têm inibido a ampliação de negócios em fontes alternativas de energia no Brasil.

Tendo em vista as barreiras acima mencionadas, são apresentadas algumas alternativas para minimizar ou solucionar esses obstáculos:

- Concebida como uma fonte “limpa” e “barata”, a geração de energia baseada na hidroeletricidade tem revelado grandes problemas não apenas sociais como ambientais. Embora apenas 25 % do seu potencial tenham sido explorados, a grande parte desse potencial, cerca de 2/3, está localizada na região da Amazônia. As conseqüências sociais e ambientais bem como o fato de que estes possíveis empreendimentos estariam situados longe dos grandes centros, exigem atenção. No Brasil, as usinas hidroelétricas construídas até o momento correspondem a mais de 34.000 km² de terras inundadas para a formação dos reservatórios, e na expulsão ou deslocamento de cerca de 200 mil famílias (BERMANN, C., 2007). A partir do momento em que forem computadas as externalidades associadas ao processo de exploração e implantação das fontes convencionais de geração, os seus custos serão mais próximos aos da energia FV;
- A implementação de um mecanismo de incentivo que promova também a tecnologia FV, por prazo determinado, em conjunto com incentivos financeiros e fiscais, deve ser adequada a cada tecnologia e região. As políticas e leis, associadas ao programa de incentivo, devem ser claras e consistentes e principalmente, asseguradas em longo prazo. Elas devem definir objetivos claros e devidamente suportados por leis a longo prazo;
- O incentivo ao desenvolvimento da energia solar FV deve ser uma constante do governo, que deve trabalhar em parceria com entidades privadas e estatais (universidades, em forma de pesquisa e demonstração);
- Uma vez que alguns programas para a inserção das FRE no Brasil foram substituídos por outros, sem nenhum rigor de reavaliação das principais vantagens e falhas, muitos erros foram cometidos novamente. Seria de extrema importância que fossem reavaliados os prós e contras dos programas de incentivo existentes, tanto os aplicados no Brasil, quanto os aplicados no exterior, de forma que as experiências obtidas no passado possam auxiliar no desenvolvimento de um programa mais adequado e conseqüentemente resultem numa mitigação de erros;
- É fundamental que seja criado um conjunto de procedimentos que viabilize e facilite a inserção da tecnologia FV no Brasil, permitindo que as experiências obtidas com as instalações nos países desenvolvidos, em especial as da Alemanha e as da Espanha, possam servir de ferramentas para dar fomento e divulgar a iniciativa no país;
- É importante ressaltar que não basta apenas existir um bom mecanismo de incentivo. Este deve ser devidamente apoiado por leis e regulamentações que obriguem as partes envolvidas a cumprirem com as suas obrigações;
- Considerando a dimensão do território brasileiro, a diversidade de recursos disponíveis e a composição atual da matriz energética, a utilização da energia solar FV deve ser analisada sob um critério de complementação e não de substituição das fontes convencionais. Ou seja, de modo

estratégico, deve-se entrelaçar as fontes renováveis e as convencionais a custos competitivos, tentando atender, além do equilíbrio ambiental, a segurança no fornecimento;

- O processo de inserção da energia solar FV no SIN é complexo e tem um caráter multidisciplinar. Assim, uma alternativa seria o desenvolvimento de um guia a nível macro, sobre as necessidades e os procedimentos de reformulação no que tange a regulamentação do setor elétrico e propostas de um mecanismo de incentivo adequado. A divulgação deste guia ajudaria os agentes do setor a se posicionarem e a adquirirem maior maturidade e confiabilidade nesse novo nicho do mercado;
- Nesse processo é de extrema importância que sejam investidos recursos em pesquisa e desenvolvimento, a fim de que sejam aperfeiçoados os conhecimentos tecnológicos dessa FRE, bem como a habilitação de profissionais qualificados para atuar no setor;
- O sucesso da adoção em menor escala da energia solar FV depende de um plano coerente de comunicação e envolvimento, garantindo a transparência do processo e a disponibilidade de canais de comunicação para que os agentes possam expor e defender os seus interesses.

4.4 Desafios e argumentos técnicos e econômicos que inibem a integração da energia solar fotovoltaica no SIN e medidas técnicas e políticas para solucionar alguns dos desafios identificados

Os atuais desafios que inibem a integração da energia solar FV no SIN e os principais argumentos utilizados para formar uma opinião contra a integração dessa fonte no SIN, nas áreas técnica e econômica incluem os seguintes:

- Falta de um parque industrial nacional suficientemente desenvolvido na área da energia solar FV, o que encarece os custos;
- Tecnologia e *knowhow* nacional pouco desenvolvidos;
- Falta de mão-de-obra qualificada para atuar neste novo nicho de mercado, principalmente pela pouca demanda e baixos investimentos;
- Falta de segurança quanto à garantia da energia produzida por uma fonte intermitente de energia;
- falta de um programa de longo prazo, por parte do governo federal, para estimular a geração FV conectada ao SIN;
- Falta de conscientização/visão dos responsáveis pela gestão energética do país quanto às potencialidades e benefícios da geração distribuída de energia no meio urbano e integrada às edificações, através da tecnologia solar FV, dentro de um projeto nacional de “Telhados Solares”;
- Elevado custo da tecnologia solar FV. Ainda que esta tecnologia apresente um grande potencial de redução de custos para produção em larga escala, o elevado custo atual tem inibido ações para a integração da geração FV no SIN, caracterizando um típico problema circular em que porque a tecnologia é cara, ela é pouco utilizada e por ser pouco utilizada, permanece cara. Para romper este ciclo vicioso, um programa de incentivo semelhante ao alemão pode ser proposto com adaptações que reflitam a realidade brasileira, levando à produção em economia de escala, reduzindo custos e viabilizando a inserção da geração solar FV.

Alguns exemplos de medidas técnicas e políticas que poderiam ser adotadas para resolver os desafios e argumentos identificados são:

- *Lobby* e consultorias em prol da energia solar FV, para permitir um maior esclarecimento por parte da classe política e para apoiar argumentos de defesa. Além das características de baixo impacto ambiental da energia solar FV e das vantagens de diversificar o mix energético, o *lobby* deve ressaltar que, como vem demonstrando o programa de incentivo alemão às FRE, o uso da tecnologia solar FV gera muito mais empregos do que o das tecnologias convencionais de geração de energia;
- *Lobby* e consultorias em prol da geração de energia elétrica de forma descentralizada e integrada a edificações urbanas, através da tecnologia solar FV. Por ser localizada junto ao ponto de consumo, a geração solar FV evita as perdas de transmissão e distribuição decorrentes da geração centralizada e distante do ponto de consumo. Por poderem ser integrados à edificação, os sistemas FV também têm a vantagem de não requererem áreas extras ocupadas exclusivamente para o fim de geração de energia elétrica. Aspectos relacionados ao potencial de redução de pico de demanda (*peak shaving*) da tecnologia inserida em meio urbano devem também ser abordados e enfatizados;
- Debates para discussão da importância da energia solar FV no planejamento da universalização de acesso à energia elétrica;

- Criação de um programa de incentivo que permita o uso da tecnologia em larga escala. Esse item é um dos mais significativos, pois é através dele que as principais barreiras para a inserção da energia solar FV, no contexto energético nacional poderão ser ultrapassadas. Um programa de porte e condições adequados (baseado no sistema de preços – em contraste ao sistema de quotas) e bem elaborado (de acordo com as condições sociais e econômicas do país) permitirá uma produção em escala, pelo aumento da capacidade instalada. Isso, conseqüentemente, levará ao aumento na demanda por profissionais bem qualificados, melhorando a garantia e qualidade dos serviços prestados. Tal programa deve permitir também que as concessionárias tenham benefícios com a inserção da energia solar FV, de modo a evitar a oposição a estas fontes, como foi observado em outros mercados;
- Com a produção em larga escala, a energia FV poderá também ser vendida na forma de pacotes energéticos a empresas interessadas em incluírem em seu portfólio a “energia verde”;
- Maior investimento em projetos piloto e projetos vitrine, a fim de proporcionar um amadurecimento e domínio das tecnologias, bem como oportunidades para qualificação de pessoal, para formação de massa crítica e para provar a viabilidade técnica da tecnologia FV;
- Desenvolvimento de infra-estrutura para um setor privado de suprimento de produtos para sistemas FV domiciliares (SFDs), através de apoio a empreendedores da área, assim como prover micro-financiamentos atrativos e subsídios para os usuários finais;
- Todos os sistemas apoiados por programas do governo devem prever uma monitoração adequada, para que funcionem de forma adequada, para que não ocorram novas experiências como o PRODEEM.

5. CONCLUSÕES

O Brasil é um país rico em FRE, no entanto pouco tem sido feito para promovê-las e, principalmente, para inseri-las na matriz energética nacional através de uma geração distribuída. Dentre os grandes empecilhos para a adoção da energia FV em grande escala estão: o alto custo, o que muitas vezes torna seu uso inviável e o desconhecimento dos benefícios da utilização dessa FRE num país com dimensões continentais e com elevados índices de irradiação solar.

Mesmo apresentando um excelente potencial para a utilização da energia solar FV, atualmente não existe no Brasil nenhum mecanismo de incentivo ou regulamentação que promova ou que permita de forma clara e eficaz a inserção dessa fonte no SIN. Esse fato dificulta o seu desenvolvimento em maior escala e ressalta a importância da aplicação de mecanismos regulatórios para o seu fomento.

Atualmente, a geração FV ainda é uma das fontes mais caras de geração de energia elétrica, porém seus custos estão declinando ao longo dos anos e as suas perspectivas são de reduções ainda maiores. Ao mesmo tempo, não há nenhuma estimativa de redução dos custos da geração convencional para o consumidor final. Portanto, a partir do momento em que houver a paridade tarifária entre a geração convencional e a geração FV, a utilização dessa FRE poderá não somente auxiliar na diversificação da matriz energética, mas também trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais ao país. Os consumidores poderão pagar por esta energia o mesmo preço e futuramente até mesmo menos do que o preço da energia convencional, mas com um adicional de estarem consumindo uma energia ambientalmente sustentável.

As possibilidades de disseminação das FRE devem andar em paralelo com a mudança na concepção dos sistemas energéticos existentes, promovendo a diversificação da matriz energética na região, através da geração distribuída. Dessa forma, possibilitará o desenvolvimento de atividades econômicas locais, promotoras de trabalho e fonte de renda.

A energia solar FV conectada à rede elétrica no Brasil deve ser compreendida como uma fonte complementar de energia, uma vez que esta é considerada uma fonte intermitente. Por outro lado, seu potencial é muitas vezes superior à demanda de energia ativa e futura do país, razão pela qual deve ser incentivada a participar com frações crescentes de contribuição na matriz energética nacional.

6. REFERÊNCIAS

- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: www.aneel.org.br
- ABRACE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GRANDES CONSUMIDORES INDUSTRIAIS DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: www.abrace.org.br/port/home/index.asp
- BERMANN, C. - Impasses e Controvérsias da Hidroeletricidade. Disponível em: www.scielo.br
- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia. Disponível em: www.ccee.org.br
- EPIA – EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION. Disponível em: www.epia.org

- HOFFMANN, W. PV solar electricity industry: Market growth and perspective. **Solar Energy Materials & Solar Cells** v. 90.p 3285-3311, 2007.
- HOLM, D., ARCH, D. Renewable Energy Future for the Developing World. White Paper, 2005. Disponível em: <<http://whitepaper.ises.org>>
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <www.ibge.gov.br>
- JARDIM, C. S.; RÜTHER, R.; SALAMONI, I. T.; VIANA, T.; REBECHI, S. H.; KNOB, P. The strategic siting and the roofing area requirements of building-integrated photovoltaic solar energy generators in urban areas in Brazil. **Energy and Buildings** v. 40, p. 365-370, 2007.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: www.ibge.gov.br
- KESHNER, M. S., ARYA, R. Study of potential cost reductions resulting from super large scale manufacturing of PV modules. 2003. Disponível em: <www.nreal.gov>
- PEREIRA, E. B; MARTINS, F.R.; ABREU, S.L. e RÜTHER, R. - Atlas Brasileiro de Energia Solar, INPE, 2006.
- PNE 2030 - Plano Nacional de Energia 2030. Disponível em: <www.mme.gov.br>
- POPONI, D. Analysis of diffusion paths for photovoltaic technology base don experiences curves. **Solar Energy** v. 74. p. 331-340, 2003.
- RÜTHER, R.; SALAMONI, I.; MONTENEGRO, A. BRAUN, P. Programa de telhados solares fotovoltaicos conectados à rede elétrica pública no Brasil. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Fortaleza, 2008 a.
- RÜTHER, R., SALAMONI, I., MONTENEGRO, A.. Fontes renováveis de energia voltadas à geração de energia para o Sistema Interligado Nacional. Relatório Interno Técnico GTZ, 2008 b.
- SALAMONI, I.; MONTENEGRO, A.; RÜTHER, R. A paridade tarifária da energia solar fotovoltaica para a próxima década no Brasil e a importância de um mecanismo de incentivo. II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES - Florianópolis, 2008.