

ENERGIA SOLAR – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BRASIL E ALEMANHA

Isabelle de Souza Cabral (*), Adriana Cazalgrandi Torres, Pedro Rocha Senna.

*Graduada em Gestão Ambiental, pela Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro – FAETERJ/Paracambi. Graduada em Administração, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ/Nova Iguaçu. isabelle-cabral@hotmail.com.

RESUMO

A sociedade moderna vem passando por diversas modificações, em que se observam intensas discussões e incertezas no futuro energético mundial. Dentro desse contexto, o uso de energia renovável tem se expandido, e a energia solar se apresenta como uma excelente alternativa energética. O Brasil apresenta grande potencial de geração desta fonte, porém ainda não a utiliza como poderia, enquanto a Alemanha, com menor radiação solar, é um dos países líderes do mercado mundial. Nesse sentido, este trabalho objetiva realizar um estudo comparativo entre Brasil e Alemanha no desenvolvimento da energia solar – térmica e fotovoltaica. O presente estudo está fundamentado em uma pesquisa bibliográfica, elaborada a partir de dados obtidos através de livros, periódicos, entre outras fontes, que ratificam a produção do trabalho. Através da análise das informações reunidas foi possível confirmar que esta é uma energia promissora e o Brasil, com grandes reservas de silício e abundante incidência do sol, poderá se tornar uma potência neste segmento. Mesmo com mercado ainda em evolução, o país já ocupa a quinta posição na capacidade de aquecimento solar, mas carece de indústrias nacionais para fabricação de painéis e de um marco regulatório bem definido, além do alto custo tecnológico que torna esta fonte menos competitiva. Já a Alemanha é vista como um exemplo de políticas de incentivos eficientes. Dessa forma, a cooperação entre Brasil e Alemanha promove resultados importantes para o desenvolvimento da energia solar no país.

PALAVRAS-CHAVE: Brasil – Alemanha; Cooperação Técnica; Energia Solar.

INTRODUÇÃO

As transformações e os impactos ambientais têm impulsionado pesquisas, de modo que se observa uma crescente busca por novas tecnologias para viabilizar a adoção de fontes renováveis e menos impactantes ao meio ambiente. A exemplo dessas alternativas, a energia solar – fonte limpa e renovável – tem ganhado cada vez mais destaque no mercado energético mundial.

Dentre as tecnologias solares, pode-se destacar o Sistema de Aquecimento Solar (SAS) e o Sistema Fotovoltaico. O Brasil recebe grande incidência solar, no entanto, não tem aproveitado este recurso como poderia. Inserida num contexto diferenciado encontra-se a Alemanha, que apesar de receber menor radiação solar que o Brasil, é um país de destaques nos avanços do setor de energia solar no mundo e está à frente da nação brasileira no uso dessa fonte. Vale destacar que ambos os países possuem acordo de cooperação no setor energético renovável.

Nesse sentido, fundamenta-se esta pesquisa que, através do estudo da relação Brasil-Alemanha no desenvolvimento e geração de energia solar, permitirá compreender a importância e as vantagens dessa parceria para sua expansão, uso e inserção definitiva do Brasil neste mercado de energia renovável.

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre a relação Brasil x Alemanha no desenvolvimento e uso de tecnologias do ramo de energia solar, dentro de uma abordagem comparativa e analítica do uso da energia solar térmica e fotovoltaica.

O presente trabalho está fundamentado em uma pesquisa bibliográfica, através da seleção de dados e consecutiva organização das informações coletadas. Serão analisados os resultados da pesquisa e os fatores decorrentes da relação energia x meio ambiente dentro do conteúdo inserido neste documento. Caracteriza-se por ser uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa, elaborada por uma base de dados reunidos através de periódicos, livros, fontes institucionais de governo, informações fornecidas por empresas e profissionais atuantes no ramo, de modo a ratificar a formulação deste estudo.

TECNOLOGIAS SOLARES

A energia solar, que é obtida diretamente do sol, pode ser utilizada na forma passiva, uso mais comum na arquitetura bioclimática¹, e também na forma ativa, meio em que se utilizam dispositivos capazes de convertê-la diretamente em energia elétrica, a exemplo dos painéis fotovoltaicos, ou em energia térmica, através de coletores planos e concentradores (TOLMASQUIM, 2003). A figura 1 abaixo expõe as aplicações práticas da energia solar.

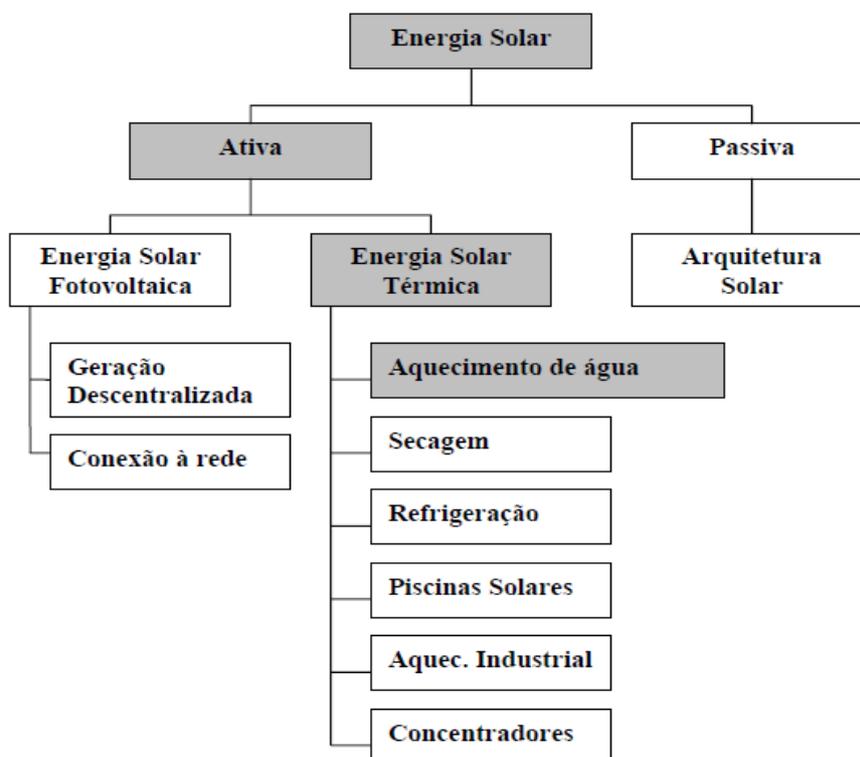


Figura 1 – Fluxograma das Aplicações Práticas de Energia Solar. Fonte: TOLMASQUIM, 2003.

A utilização da energia solar térmica não se restringe ao aquecimento de água. Seu aproveitamento pode ser direcionado a processos de dessalinização, secagem de grãos, geração de vapor de água e até mesmo para produção de energia elétrica. Usos que ampliam para a indústria sua aplicação.

Dentre as diferentes tecnologias solares existentes, inserem-se os coletores, os quais podem ser classificados em dois grandes grupos: coletores planos e tubo a vácuo. Estes coletores são usados para gerar energia térmica em temperaturas não muito elevadas. Outras tecnologias utilizadas caracterizam a energia solar em concentrada (concentradores cilíndrico- parabólico, Fresnel, Pratos Parabólicos e a Torre Solar) e descentralizada (fotovoltaica). Ambas podem ser usadas para aquecimento ou para gerar energia elétrica.

Entre as tecnologias para aquecimento solar estão os coletores solares, exemplificados na figura 2. Existem os coletores planos, que podem ser abertos ou fechados. Os primeiros são normalmente utilizados para aquecer piscinas, atingindo temperaturas baixas até 40°C, enquanto que os coletores fechados podem atingir temperaturas em torno de 60°C. Outro modelo de coletor também utilizado é tubo de vácuo, o qual é recomendado em regiões de baixa radiação e para atividades que exijam temperaturas acima de 100°C (EKOS BRASIL e VITAE CIVILIS, 2010; TOLMASQUIM, 2003).

¹ Arquitetura bioclimática consiste na harmonização de construções ao clima, vegetação e hábitos de consumo, para promover uma melhor utilização dos recursos energéticos (CEMIG, 2012).



Figura 2 – Coletor fechado (a) / Coletor aberto (b) / Coletor de tubo evacuado (c). Fonte: GREEN - Grupo de Estudos em Energia – PUC, Minas².

Uma importante tecnologia para aproveitamento dessa fonte é Energia Solar Concentrada (Concentrated Solar Power - CSP). Esta tecnologia tem como fundamento básico o uso de superfícies espelhadas para captar a energia solar que incide sobre uma área maior, de modo a concentrá-la em uma área menor, denominada foco, o que permite elevar a temperatura, possibilitando a geração de energia térmica e também elétrica. Em usinas termossolares, as principais tecnologias aplicadas são os concentradores cilíndrico-parabólico, Fresnel, Pratos Parabólicos e a Torre Solar (ANEEL; EPE, 2012).

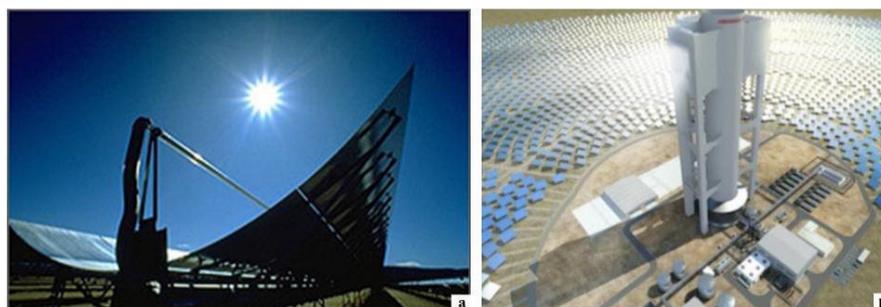


Figura 3 – Concentradores Cilíndricos Parabólicos (a) / Torre Solar (b). Fonte: ABENGOA SOLAR, 2011.

Os concentradores parabólicos, também conhecidos como “calhas”, são constituídos por espelhos côncavos e por tubo absorvedor, onde circula um fluido térmico (água, óleo, entre outras substâncias). Através da incidência do sol no foco dos espelhos, esses concentradores chegam a temperaturas elevadas, porém operam em temperaturas abaixo de 1000° C (EKOS BRASIL e VITAE CIVILIS, 2010; EPE, 2012). Na figura 3 (a) pode-se observar um modelo de concentrador parabólico.

Os concentradores de Torre Solar, também conhecidos como sistemas de receptores centrais, são formados por espelhos chamados de heliostatos³. Esses sistemas utilizam a energia térmica para produzir energia elétrica a partir de vapor à alta pressão. As torres, como ilustradas na figura 3 (b), nas quais se concentram o calor, podem atingir altas temperaturas, variando de 800°C a temperaturas muito acima de 1000°C, de modo que se produza vapor para acionar a turbina e gerar energia elétrica, processo similar ao funcionamento de uma usina termelétrica convencional, mas que tem como fonte a energia solar (EKOS BRASIL e VITAE CIVILIS, 2010; CEMIG, 2012).

Os concentradores Fresnel possuem um funcionamento semelhante ao do concentrador cilíndrico, entretanto os primeiros possuem um tubo absorvedor fixo e são formados com espelhos planos – embora sejam mais baratos, podem apresentar maiores perdas de energia – e lâminas paralelas, que se movem de acordo com movimento do sol. Essas lâminas estão posicionadas em diferentes ângulos, de modo a refletir a radiação solar para o tubo absorvedor. Para aplicação de concentrados Fresnel a área utilizada é menor que a exigida para os concentradores parabólicos (EPE, 2012). Um exemplo da tecnologia Fresnel é apresentado na figura 4 (a).

² GREEN - Grupo de Estudos em Energia. **Como funciona o aquecimento solar**. PUC, Minas Gerais. Disponível em: http://www.pucminas.br/green/index_padrao.php?pagina=3480&PHPSESSID=0d4154e8e5e01c39db779d9b38750faf. Acessado em 06/11/2012.

³ Heliostato é um tipo de dispositivo que acompanha o movimento do Sol durante todo o ano, permitindo, através de espelhos, o redirecionamento da radiação solar para o receptor do concentrador (EPE, 2012a).



Figura 4 – Concentrador Fresnel (a) / Concentrador Prato Parabólico (b). Fonte: NOVATEC SOLAR⁴.

Já os discos ou pratos parabólicos, como ilustrado na figura 4 (b) possui o formato de um prato com uma superfície de espelhos parabólicos que refletem e concentram a radiação, direcionando-a ao receptor. Esse sistema apresenta elevada eficiência e baixa perda térmica, pois possuem dois eixos que se movimentam conforme a posição do sol, entretanto possui uma limitação quanto a sua instalação, pois só podem ser aplicados em geradores específicos, de baixa potência (CEMIG, 2012; EPE, 2012).

A energia fotovoltaica pode ser aproveitada na geração descentralizada (figura 5 - a), que no Brasil é mais comum ser aplicada em localidades isoladas ou onde o acesso de energia elétrica da rede convencional é ainda muito limitado. Os sistemas fotovoltaicos (FV) também são utilizados conectados à rede elétrica (figura 5 - b), modo bastante frequente em países como a Alemanha, Canadá e Japão, em que a energia gerada pelo produtor pode ser por ele consumida e também vendida para a companhia de energia elétrica (EKOS BRASIL e VITAE CIVILIS, 2010).



Figura 5. Sistema FV descentralizado (a) / Sistema FV conectado à rede (b). Fonte: AMÉRICA DO SOL⁵.

Verifica-se que o modelo tecnológico a ser utilizado dependerá da finalidade de sua aplicação. Deve-se considerar que o tipo de tecnologia também se associa a análise da relação custo-benefício, a partir do estudo caso a caso.

ALEMANHA: ESTADO DA ARTE

A Alemanha, a maior economia da Europa, é conhecida pelos bons resultados de suas políticas direcionadas ao uso de fontes renováveis de energia. No setor de energia solar não é diferente. Com uma das regulamentações mais rígidas da União Europeia, o país tem apresentado um mercado solar marcado pela qualidade de serviço e pela competitividade.

A região mais ensolarada da Alemanha recebe um índice de radiação solar 40% menor que o índice da região menos ensolarada do Brasil. Embora possua condições climáticas menos favoráveis que a região brasileira, a Alemanha,

⁴ NOVATEC SOLAR. *Press Images*. Disponível em: <http://www.novatecsolar.com/28-1-Press-Images.html>. Acessado em: 05/11/2012.

⁵ AMÉRICA DO SOL. *Eletrificação Rural Solar*. 2010. Disponível em: <http://www.americadosol.org/eletrificacao-rural-solar/>. Acessado em: 17/11/2012.

através de tecnologias e mecanismos eficientes para incentivo à expansão da energia solar tem apresentado uma capacidade de aproveitamento superior ao do Brasil e é, atualmente, um país bem-sucedido no desenvolvimento desta fonte de energia.

ACORDO DE COOPERAÇÃO EM ENERGIA ENTRE BRASIL E ALEMANHA

O Acordo entre os Governos brasileiro e alemão, que trata sobre a Cooperação no setor de Energia com o foco em Energias Renováveis e Eficiência Energética, foi firmado em maio de 2008⁶ e promulgado em março de 2012, pelo Decreto N° 7.68/ 2012. Tal acordo tem por objetivo incentivar a produção e o uso de energias renováveis, como a solar, e obter maior eficiência nos processos produtivos, através do intercâmbio científico e da transferência de tecnologias entre ambos os países.

Sob o aspecto de uma ação e estratégia conjuntas, essa parceria demonstra que a Alemanha e o Brasil caminham dentro de uma visão semelhante quanto ao desenvolvimento do setor de energia renovável, como também afirmam Guimarães e Xavier (2009). Essa cooperação no setor energético não é nova entre os países destacados, pois na década de 70 já havia sido celebrado um acordo de cooperação no setor de energia nuclear. Com o acordo assinado em 2008, passou-se a direcionar o foco para áreas voltadas ao desenvolvimento de energias renováveis e eficiência energética.

Vale acrescentar que grandes projetos construídos e a serem colocados em prática no Brasil estão recebendo apoio do governo alemão, como o projeto de inserção de sistemas de aquecimento solar no Programa Minha Casa Minha Vida, em que mais de 41.449 famílias de baixa renda já foram beneficiadas. O programa tem sido impulsionado pelo acordo de Cooperação Técnica entre a CAIXA⁷ e a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ, sigla em alemão), pela Prefeitura do Rio de Janeiro e também tem recebido investimento do Fundo Ambiental da Alemanha.

LEGISLAÇÕES E MECANISMOS DE INCENTIVOS AO USO DA ENERGIA SOLAR

Segundo a Eletrobras Procel (2012), o sucesso do setor na Alemanha deve-se, em grande parte, aos programas de subsídios concedidos pelo governo, às leis de energia, aos mecanismos regulatórios, além do aumento dos preços de energia no mercado, que tem favorecido a expansão do uso de SAS no país.

Dentre os mecanismos de incentivos existentes na Alemanha, um dos principais é Programa de Incentivos de Mercado (MAP, "Marktanreizprogramm"), que faz parte da estratégia política do governo alemão para expansão da participação de energia renovável na matriz energética do país.

Outra norma importante para o crescimento do setor solar no país é a Lei de Energias Térmicas Renováveis (EeWärmeG), que entrou em vigor em Janeiro de 2009. Esta lei torna obrigatório o uso de fontes renováveis para obtenção de calor em novas edificações (privadas ou industriais) e, assim, cobrir parte de suas necessidades energéticas.

Além disso, também existe a Lei de incentivo da energia fotovoltaica na Alemanha é a *Electricity Feed-in Law*, adotada em 1990. Esta lei foi reformada em 1999, dando origem ao Código das Fontes Renováveis de Energia (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG), que disponibiliza tarifas de auxílio a empresas de acordo com o tipo de energia alternativa utilizada.

Já no Brasil, no que se refere às legislações para incentivo e uso da energia solar fotovoltaica, o país está nos primeiros passos, com regulamentações de abrangência ainda limitada, em que se observa uma necessidade de normatizações mais incisivas. Mas é necessário destacar que o país tem caminhado em direção a expansão deste mercado. Recentemente, a

⁶ ACORDO BRASIL-ALEMANHA DE COOPERAÇÃO NO SETOR DE ENERGIA COM FOCO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (2008). Disponível em: <http://xa.yimg.com/kq/groups/24788064/2144830143/name/Acordo+sobre+Coopera%C3%A7%C3%A3o+no+....pdf>. Acessado em: 11/05/2013.

⁷ CAIXA. *Meio Ambiente. Programa Construção Sustentável.* Disponível em: http://www12.caixa.gov.br/porta/public/rse/home/nossos_relacionamentos/meio_ambiente/programa_construcao_su. Acessado em: 13/05/2013.

ANEEL⁸ aprovou a Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012, já em vigor, que estabelece condições para regulamentar a microgeração e minigeração distribuída, voltadas para utilização de fontes que recebem incentivos, a exemplo da energia solar.

Em um aspecto um pouco diferenciado se apresenta o setor legislativo do sistema de aquecimento. Embora este mercado ainda esteja em evolução, pelas informações coletadas, constata-se que há um número maior de projetos e regulamentações para seu uso no Brasil. Segundo o relatório de acompanhamento de leis elaborado por Soares e Rodrigues (2010), até 2009 havia no país cerca de 84 Projetos de Leis (PLs) para regulamentar o uso de SAS em vários municípios brasileiros. Já foram aprovados 28 leis, entre municípios e estados.

Constata-se que a Alemanha conta com políticas pioneiras de energia limpa, e um mercado bem desenvolvido, além de instrumentos de fomento ao uso de tecnologias energeticamente eficientes, que evidenciam sua posição de destaque no mercado solar. Enquanto o Brasil vem apresentando avanços nas regulamentações dessa alternativa energética.

POTENCIAL E MERCADO DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL E ALEMANHA

O Brasil é privilegiado pela abundante radiação solar, onde o sol aparece em média 280 dias por ano, além de ser detentor de uma das maiores reservas de silício no mundo, material utilizado na fabricação de painéis solares. No entanto, ainda carece de indústrias nacionais para a produção desses sistemas.

De acordo com a figura 6, a região menos ensolarada do Brasil apresenta índices solares em torno de 1642 kWh/m², que estão acima dos valores apresentados na área de maior incidência solar da Alemanha, a qual recebe cerca de 1300 kWh/m² (SALAMONI E RÜTHER, 2007). No entanto, apesar de apresentar melhores condições climatológicas, na comparação mercadológica, o Brasil está a atrás do país europeu.

Nota-se que o Brasil, com grande potencial para aproveitamento de energia solar, possui uma importante vantagem sobre a Alemanha, no que diz respeito aos níveis de radiação solar. No entanto, apesar de apresentar melhores condições climatológicas, na comparação mercadológica, o Brasil está a atrás do país europeu.

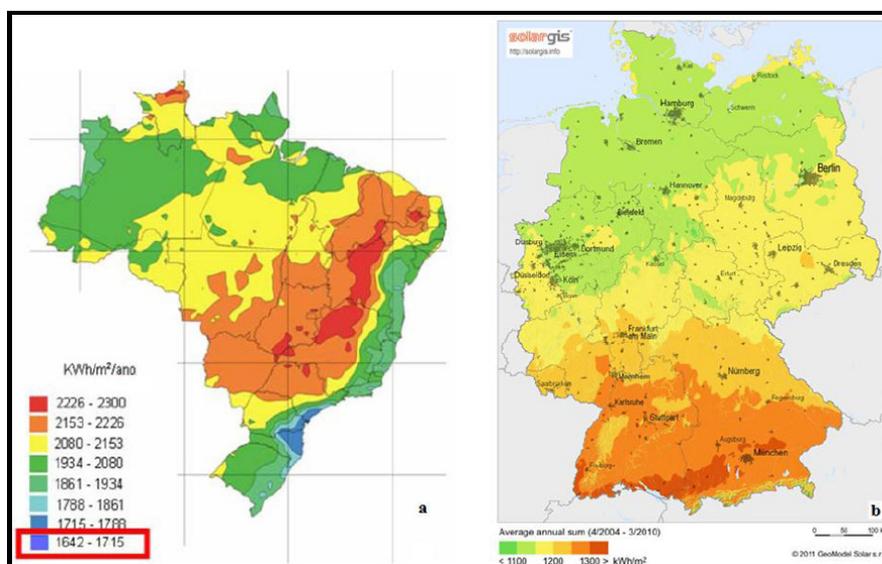


Figura 6. Irradiação solar – Brasil (a) / Irradiação solar – Alemanha (b). Média anual da radiação global incidente no plano horizontal. Fontes: SALAMONI e RÜTHER, 2007; GEOMODEL SOLAR⁹.

⁸ “A diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou hoje (17/04) regras destinadas a reduzir barreiras para instalação de geração distribuída de pequeno porte, que incluem a microgeração, com até 100 KW de potência, e a minigeração, de 100 KW a 1 MW. A regra é válida para geradores que utilizem fontes incentivadas de energia (hídrica, solar, biomassa, eólica e cogeração qualificada)”. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5457&id_area=90. Acessado em 15/07/2013.

⁹ GEOMODEL SOLAR. *Maps of Global horizontal irradiation (GHI)*. 2011. Disponível em: http://solargis.info/doc/71_ Acessado em: 24/07/2013.

BREVE ABORDAGEM DO MERCADO SOLAR BRASIL - ALEMANHA

Brasil possui uma capacidade total de coletores planos e à vácuo em operação em torno de 16,8 kWth/1000 habitantes. Valor este que está bem atrás da Alemanha, que expressa uma capacidade de 112,2 kWth/1000 habitantes (IEA, 2012).

Quanto à energia fotovoltaica, no país, ainda não possui uma participação expressiva, isso se deve, em grande parte, ao elevado preço tecnológico, mas os avanços no setor criam boas estimativas para o mercado. De acordo com a Bloomberg (2012) o Brasil é um dos países que atingiram o “*grid parity*” (paridade de rede), o que permite afirmar que em alguns casos a instalação de módulos solares em substituição a compra de eletricidade da rede já é um investimento vantajoso.

Tal fato se justifica, principalmente, devido à existência de elevadas tarifas de energia elétrica em algumas regiões brasileiras, como Belo Horizonte. A cidade mineira - hoje considerada a capital solar brasileira - que por apresentar uma das mais altas tarifas nacionais, próxima de 0,40423 R\$/kWh (maior que a média nacional 0,34 R\$/kWh) tem o uso da energia solar FV mais competitivo na cidade, uma vez que seu o custo nivelado nacional pode chegar a um menor valor de 0,470 R\$/kWh na área residencial e 0,366 R\$/kWh, na industrial (O GLOBO, 2012; EPE, 2012).

Em relação a Alemanha, a nação ainda não atingiu a paridade tarifária. Contudo, através de subsídios e políticas e incentivo, mesmo com uma queda de 3,6% em relação ao ano anterior, a Alemanha ocupou posições de destaque no ranking mundial em 2012, sendo líder na capacidade solar fotovoltaica (FV) em que representa cerca de 32%, como pode ser observado na figura 7 abaixo.

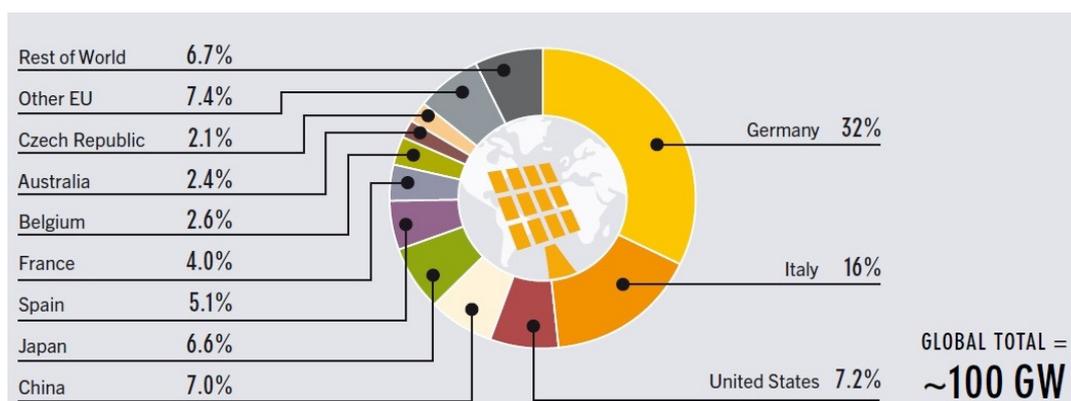


Figura 7. Capacidade solar FV global – Ações dos 10 países tops, 2012. Fonte: REN21(2013).

Além disso, o país europeu encerrou 2012 na terceira posição na capacidade existente de aquecimento solar, setor que vem sendo liderado pela China, que respondeu por aproximadamente 83% da capacidade global de aquecimento, conforme ilustrado na figura 8.

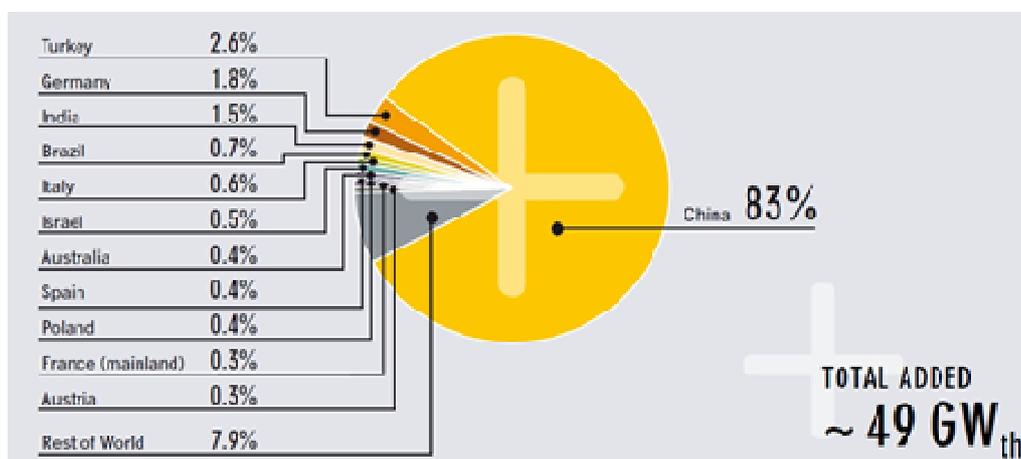


Figura 8. Adições na capacidade global de aquecimento solar de água – Ações dos 10 países tops, 2012. Fonte: REN21(2013).

Entretanto, a nação asiática, que hoje é a grande concorrente não só da Alemanha como também da União Europeia, tem sido alvo de questionamentos e criticada por promover dumping neste mercado – venda de produto por preço abaixo do custo – e subsidiar a sua indústria, visando eliminar seus concorrentes neste segmento (GREENSAVERS, 2013). Tal fato tem favorecido um ambiente de disputas com inclusão de barreiras tarifárias no mercado internacional entre a Europa e a China.

Quanto ao Brasil, embora a energia solar ainda não faça parte de sua matriz energética, o país em 2012, assim como em 2011, ocupou a quinta posição com 0,7% da capacidade de aquecimento solar, firmando sua presença entre os cinco primeiros países nesse mercado.

ANÁLISE DA MATRIZ ENERGÉTICA

A matriz energética é o conjunto das fontes de energia utilizadas por um país, região, ou sociedade. A análise do balanço da matriz de cada país é uma ferramenta importante para orientar o planejamento do mercado energético, objetivando garantir adequado consumo, produção de energia, eficiência e o uso racional dos recursos naturais da nação.

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

De acordo com o relatório do Balanço Energético Nacional¹⁰, em 2012 a participação de energias renováveis na matriz brasileira foi de 42, 4%, apresentando uma pequena queda em relação ao ano anterior, devido a menor oferta de energia hidráulica e de etanol. Embora tenha ocorrido essa redução, o Brasil é considerado um dos maiores investidores do mundo em fontes alternativas.

Mesmo o Brasil tendo grande capacidade de geração de energia, a crise energética de 2001 e eventuais apagões, como o ocorrido em outubro do ano passado, junto à crescente demanda por energia no país evidenciam a necessidade de diversificar a matriz energética brasileira e diminuir a dependência da hidroeletricidade e de fontes poluentes.

Nesse aspecto, é preciso que se amplie a participação de outras fontes, tal como a solar, que ainda não exerce um papel representativo no Brasil. Isso ocorre, em grande parte, devido ao seu elevado custo tecnológico, que dificulta a expansão de seu uso, e às políticas e legislações que favorecem o desenvolvimento de outras tecnologias, como o GLP e o gás natural (EKOS BRASIL e VITAE CIVILIS, 2010).

Embora haja obstáculos para disseminação dessa fonte no Brasil, é importante destacar que seus benefícios a tornam uma fonte promissora, não só na região brasileira como também em outros países. Dentre tais benefícios, cabe destacar que é uma fonte limpa, os painéis solares podem ser instalados em locais já ocupados, como telhados de habitações ou indústrias, além de ser uma excelente alternativa energética para localidades isoladas, como as áreas rurais, uma vez que o preço elevado para distribuição de energia pela rede convencional compensa o custo fotovoltaico.

Vale ressaltar que as perspectivas para o segmentos são positivas. Para o leilão¹¹ de energia que está previsto para ocorrer ainda neste ano, houve um número expressivo de projetos inscritos para ramo de energia solar, cerca de 109 projetos, o que demonstra maior interesse vindo dos investidores para esta fonte. Segundo Maurício Tolmasquim “Com a queda que vem se verificando nos preços dos painéis fotovoltaicos, a geração solar tende a ganhar espaço na matriz elétrica brasileira”.

Desse modo, como argumentam Cabral e Vieira (2012), “proporcionar investimentos para ampliação do setor solar e inserir essa fonte na matriz brasileira é fundamental para que se caminhe em direção a uma dependência cada vez menor da energia de origem fóssil...” e consequentemente possibilitar maior segurança energética para o país.

Nesse sentido, na medida em que se investe em tecnologias e desenvolvimento do setor de energia solar no Brasil maior será o conhecimento e aprendizado sobre o processo de expansão dessa alternativa, sob um menor tempo, em função da

¹⁰ EPE. Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço Energético Nacional 2013*. Relatório Síntese. Ano base: 2012.

¹¹ AMBIENTE ENERGIA. *Eólica e solar dominam inscrições para leilões de energia*. 2013. Disponível em: www.ambienteenergia.com.br/index.php/2013/09/eolica-e-solar-dominam-inscricoes-para-leilao-de-energia/23298. Acessado em: 13/09/2013.

aprendizagem do comportamento deste mercado. É o que se espera que aconteça com a energia solar. Como esta fonte já vem sendo desenvolvida há mais tempo lá fora, e principalmente na Alemanha, os ganhos de uma cooperação tecnológica são visíveis.

MATRIZ ENERGÉTICA ALEMÃ

A participação de energias renováveis na matriz energética alemã vem se ampliando ao longo dos anos. Segundo as estimativas da BDEW¹², no primeiro semestre de 2012, a Alemanha bateu o recorde com uma participação superior a 25% de fontes renováveis no abastecimento do consumo de eletricidade no país.

Ainda segundo a BDEW, no fornecimento de eletricidade por meio de fontes alternativas, a energia fotovoltaica foi a que mais cresceu na Alemanha, apresentando um aumento de 47% na contribuição energética no primeiro semestre de 2012. Essa fonte de energia foi responsável por 5,3% do suprimento da demanda de energia no país.

CONCLUSÕES

A análise das informações reunidas neste trabalho permite afirmar que, de fato, a energia solar é uma fonte promissora, que tende a se expandir em diversos países, e o Brasil apresenta um mercado com grande potencial de crescimento. As condições climáticas do país são favoráveis a um maior desenvolvimento deste mercado. Os índices de radiação solar sobre seu território variam de 1500 a 2500 kWh/m².

Outro aspecto favorável para o Brasil é que ele é hoje detentor de uma das maiores reservas de silício do mundo. Entretanto, o país ainda depende da importação do elemento químico beneficiado que, por ter um alto valor agregado, provoca uma elevação do preço da tecnologia fotovoltaica. Assim, este estudo indica que para tornar o mercado solar uma alternativa viável é fundamental que se estabeleçam indústrias para produzir painéis solares e silício beneficiado no país.

Através dos investimentos em P&D (pesquisa e desenvolvimento) e da construção de uma robusta cadeia produtiva nacional será possível se atingir maiores ganhos de escala na produção tecnológica. Estes ganhos, a longo prazo, permitirão reduzir o alto custo da tecnologia e, com sua expansão, viabilizar a inserção dessa fonte na matriz energética brasileira com a redução da curva de aprendizado.

Verificou-se que o Brasil atingiu a paridade tarifária, o que significa que em alguns casos a energia solar já é um investimento vantajoso. Tal fato se deve, em grande parte, à existência de elevadas tarifas de energia elétrica em algumas regiões brasileiras, como Belo Horizonte, que por apresentar uma das mais altas tarifas nacionais, próxima de 0,40423 R\$/kWh (acima da média nacional 0,34 R\$/kWh), torna o uso da energia solar mais competitivo na cidade, que é hoje é considerada a capital solar brasileira.

Na capacidade FV o Brasil não apresenta grande representação no mercado solar global. Entretanto dados reunidos ao longo deste trabalho – como os 109 projetos solares inscritos para o leilão de energia e a aprovação da Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012, já em vigor – permitem afirmar que o segmento fotovoltaico tende a se expandir no país em um período não muito longo.

Constata-se que a nação tem se mantido em posições importantes no mercado de aquecimento solar. Em 2012 o país foi o quinto, com 0,7% da capacidade de aquecimento entre os 10 países líderes. Conclui-se, através desta pesquisa, que o Brasil evoluiu na sua capacidade solar térmica, ocupando hoje a quinta posição neste mercado. Se o país criar e utilizar normas regulamentadoras e mecanismos de incentivos mais incisivos, com seu grande potencial, a tendência é que o mercado solar amadureça.

Em relação à análise comparativa, através dos dados coletados, observou-se que a Alemanha, mesmo com menores índices de radiação solar que o Brasil e outros países, é exemplo no mundo de nação com mecanismos eficientes e políticas pioneiras, que deram certo, garantindo-lhe destaque no mercado mundial. A potência europeia é hoje líder na capacidade FV global e está em terceiro lugar no potencial de aquecimento solar.

¹² BDEW. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft. (Associação Federal dos gestores de energia e água). Disponível em: <http://www.bdew.de/internet.nsf/id/DA2ADF9EE4270788C1257A76004055A6>. Acessado em 08/11/2012.

Tal fato comprova o fundamento e a proposta deste estudo sobre a cooperação entre Brasil e Alemanha nessa área. Referenciados os bons resultados da maior economia europeia, que já desenvolve esta fonte há mais tempo, conclui-se que com a cooperação e intercâmbio tecnológico entre ambas as partes, o Brasil poderá obter maiores avanços e resultados expressivos neste segmento, dentro de um menor período de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABENGOA SOLAR. *Abengoa seleccionada por el Departamento de Energía de Sudáfrica para desarrollar dos proyectos termosolares*. 2011. Disponível em: http://www.abengoasolar.com/web/es/acerca_de_nosotros/sala_de_prensa/noticias/2011/solar_20111207.html. Acessado em 05/06/2013.
2. BLOOMBERG. *Solar Silicon Price Drop Brings Renewable Power Closer*. Março, 2012. Disponível em: <http://go.bloomberg.com/multimedia/solar-silicon-price-drop-brings-renewable-power-closer/>. Acessado em: 30/06/2013.
3. CABRAL, I.; VIEIRA, R. *Viabilidade econômica x viabilidade Ambiental do uso de Energia Fotovoltaica no caso Brasileiro: Uma abordagem no período recente*. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia, 2012.
4. CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. *Alternativas Energéticas: Uma visão CEMIG*. Belo Horizonte, 2012.
5. EKOS BRASIL; VITAE CIVILIS. *Introdução ao Sistema de Aquecimento Solar*. Editora: ESMAP. Energy Sector Management Program. The World Bank. Ano: 2010.
6. ELETROBRAS PROCEL. *Energia Solar para aquecimento de água no Brasil: Contribuições da Eletrobras e Parceiros / Luiz Eduardo Menandro de Vasconcellos; Marcos Alexandre Couto Limberger (Organizadores)*. Rio de Janeiro, 2012.
7. EPE. Empresa de Pesquisa Energética. *Nota Técnica. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira*. Rio de Janeiro, Maio de 2012.
8. GREENSAVERS. *Energia solar: guerra à vista entre União Europeia e China*. Maio, 2013. Disponível em: <http://greensavers.sapo.pt/2013/05/27/energia-solar-guerra-a-vista-entre-uniao-europeia-e-china/>. Acessado em 02/08/2013.
9. GUIMARÃES, P. B. V.; XAVIER, Y. M. A. *Acordo Energético Brasil-Alemanha e as perspectivas de Cooperação Institucional no Campo das Energias Renováveis*. Direito E-nergia, v. 1, 2009.
10. IEA. International Energy Agency. *Solar Heat Worldwide Markets and Contribution to the Energy Supply 2010*. Gleisdorf, Austria. Edition 2012.
11. O GLOBO. *Manaus movida a solar. O Globo Amanhã*. P.18-24. 20 de novembro de 2012.
12. REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. *Renewables 2013 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat, 2013.
13. SALAMONI, I.; RÜTHER, R. *Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede*. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto, 2007.
14. SOARES, R. M.; RODRIGUES, D. *Políticas Públicas de incentivo ao uso de sistemas de aquecimento solar no Brasil: acompanhamento das leis aprovadas e dos projetos de lei em tramitação*. 2010.
15. TOLMASQUIM, M. T. (Org.). *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. 2003.