

Desenvolvimento do mercado de energia fotovoltaica no Brasil

Resumo

O objetivo geral deste artigo é tentar identificar quais os aspectos necessários para o desenvolvimento do mercado fotovoltaico no Brasil, que possui uma grande incidência de radiação solar, mas tem uma participação pequena no mercado global. A metodologia utilizada para o estudo foi uma pesquisa qualitativa descritiva e longitudinal, onde foram analisados dados secundários, provenientes de publicações científicas, de órgãos de pesquisa e governamentais, a fim de descrever como ocorreu o desenvolvimento do mercado global, particularmente do alemão, possibilitando uma comparação com o mercado brasileiro. Foram realizadas também entrevistas semi-estruturadas com especialistas e profissionais da área de energia nas esferas da iniciativa privada, do governo e do meio acadêmico, o que possibilitou aprofundar as análises do mercado fotovoltaico brasileiro sob diferentes perspectivas. A análise dos resultados permitiu concluir que faltam políticas de incentivos em diversas áreas da cadeia produtiva neste mercado e falta estruturar melhor a regulamentação do setor.

Abstract

The aim of this paper is to identify which aspects were required for the development of the photovoltaic market in Brazil, where there is a high incidence of solar radiation; nevertheless, it has a small share in the global market. The methodology adopted for this study was a descriptive qualitative and longitudinal research, which has analyzed secondary data from scientific publications, in order to describe how the development of the photovoltaic global market has occurred, particularly in Germany, thus enabling a comparison to the Brazilian market. It was also conducted semi-structured interviews with experts and professionals in the energy field from various spheres, allowing further analysis of the Brazilian photovoltaic market in different perspectives. The analysis of the results indicated that there is a lack of incentive policies in several areas of the supply chain in this market and the regulation for the sector should be better structured.

1. Introdução e Objetivos

O setor energético é de vital importância para o desenvolvimento socioeconômico de um país, existindo evidências de que ocorre uma alta correlação entre o consumo de energia

comercial e alguns indicadores sociais, como analfabetismo, mortalidade infantil e expectativa de vida (GOLDEMBERG, 1998).

Atualmente, há uma busca intensa, por parte de governos e organizações, por outras fontes de energia renováveis, que apresentem um menor custo e impacto ambiental, já que o petróleo e o gás natural, que têm sido amplamente utilizados na geração de energia, se tornam cada vez mais escassos e caros, além de ser também os responsáveis por parte da poluição atmosférica e por crises políticas e econômicas em algumas regiões.

No caso do Brasil, o consumo per capita de energia ainda é baixo. A grande quantidade de recursos naturais de que o país dispõe indica uma vantagem comparativa para o desenvolvimento de uma matriz energética limpa e um acesso à energia barata (QUAGLIO, 2011).

O planejamento governamental e a regulação da oferta de energia são fundamentais para buscar novas formas de suprimento energético, que atendam as necessidades socioeconômicas nacionais e regionais. As fontes energéticas devem ser estrategicamente aproveitadas, de forma a maximizar os benefícios proporcionados e minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade (BRASIL, 2002).

A localização geográfica privilegiada do país propicia ter níveis de incidência de irradiação solar superiores à maioria das nações desenvolvidas. Isso se torna uma vantagem competitiva na geração e utilização de energia fotovoltaica, que ainda é muito pouco explorada (PEREIRA *et al.*, 2006).

O que seria a energia fotovoltaica? De acordo com Rüther e Santos (2011, p. 1), o efeito fotovoltaico consiste na “conversão direta da luz do sol em energia elétrica através de dispositivos chamados de células fotovoltaicas”. O conjunto dessas células formam os módulos fotovoltaicos que podem ser instalados nos telhados e fachadas de edificações ou até mesmo no solo. Em outras palavras é o aproveitamento da luz solar para geração de energia que pode ser utilizada tanto nas residências como nos estabelecimentos industriais e comerciais.

O objetivo deste trabalho é determinar quais são os aspectos necessários para o desenvolvimento do mercado fotovoltaico no Brasil, que ainda se caracteriza como muito incipiente.

1.1. O setor energético

Nos dias de hoje, 80% da energia utilizada no mundo é oriunda de fontes de combustíveis fósseis e os países têm realizado esforços no sentido de tornar suas matrizes energéticas mais sustentáveis, tanto para proteção de recursos naturais dos quais o homem necessita para viver, como para a erradicação da pobreza de energia nos países em desenvolvimento (WORLD ENERGY COUNCIL, 2010).

No Brasil, a participação das fontes renováveis em sua matriz energética é de 45,3%, representados pela biomassa e energia hidráulica, enquanto nos países pertencentes à Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), essa parcela é de apenas 7,3%. A energia hidráulica, apesar de não emitir muitos gases de efeito estufa, apresenta grandes impactos ambientais, devido à necessidade de alagamento de áreas extensas para construção das usinas hidroelétricas, o que extingue a fauna e a flora da região, além de deslocar as populações locais (SHAYANI, 2011).

1.2. O mercado fotovoltaico brasileiro

1.2.1. Desenvolvimento do mercado

Atualmente, observa-se uma necessidade de diversificação das fontes de energia, tentando-se ampliar o leque de oferta de energia renovável. Um estudo realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos indicou que “apesar de notáveis esforços em algumas fontes renováveis de energia, são poucos os resultados que promovam a inserção da energia fotovoltaica na matriz elétrica nacional” (MOEHLECKE *et al.*, 2010,p.11).

Martins e Pereira (2010) argumentam que apesar dos incentivos e políticas governamentais suportando diversas fontes de energia renovável, principalmente eólica, biomassa e pequenas plantas hidrelétricas, a utilização de tecnologia solar ainda se dá de forma incipiente. A energia solar não é sequer citada no principal programa do governo federal para fontes de energia renovável, o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica). Quando se utiliza energia solar no Brasil, isso ocorre basicamente para o aquecimento de água através da utilização de coletores solares.

Em termos globais, o segmento de geração distribuída (os painéis fotovoltaicos conectados à rede elétrica), apresentou uma taxa de crescimento de 42%, entre 1999 e 2009. Este número é bastante significativo (RÜTHER; ZILLES, 2011).

No Brasil, os motivos citados por Rütther e Zilles (2011) para o favorecimento do desenvolvimento de um mercado fotovoltaico brasileiro seriam: a) o alto preço que é

cobrado via tarifas de energia elétrica residenciais, de €0,16 a €0,23 ¹por kWh; b) uma grande disponibilidade de irradiação solar, entre 1500 e 2200 kWh/m²/ano e c) a natureza complementar da energia solar e da energia hidráulica.

A energia fotovoltaica é uma das tecnologias renováveis mais viável atualmente para países com grandes áreas dispersas, como é o caso da região amazônica, que possui uma baixa demanda de energia em relação a outras regiões brasileiras (MARTINS *et al.*, 2008).

1.2.2. Demanda

O sistema fotovoltaico pode contribuir com a capacidade do sistema elétrico quando existe um pico de demanda no período diurno. As regiões comerciais que consomem grande quantidade de energia através da utilização de ar-condicionado, apresentam uma curva de demanda com uma tendência muito próxima da curva de ocorrência da irradiação solar (KNOB *et al.*, 2004).

O desenvolvimento desse mercado é também importante para o fornecimento de eletricidade em comunidades distantes dos grandes centros urbanos. Como tais comunidades apresentam uma demanda relativamente pequena de energia, os custos de transmissão e distribuição são muitos altos, pois o fornecimento ocorre a partir de redes pequenas, alimentadas por pequenos ou médios geradores a óleo diesel (MARTINS *et al.*, 2008). Espera-se que, no médio prazo, plantas híbridas de módulos fotovoltaicos e combustível serão capazes de fornecer energia para estas pequenas redes, criando uma demanda que possibilite a produção de painéis fotovoltaicos em larga escala no Brasil e levando a uma redução de custos (MARTINS *et al.*, 2008).

Em 2003 foi criado pelo governo federal o programa Luz para Todos, que visava conectar cerca de dois milhões de lares de baixa renda, em sua maioria localizados na zona rural, à rede elétrica e em 2011 já havia beneficiado mais de 14,2 milhões de pessoas. Houve um investimento total de R\$19 bilhões, dos quais R\$13,7 foram por parte do governo federal. O programa possibilitou a implantação de vários projetos de geração alternativa de energia, dentre eles o de minirredes fotovoltaicas (BRASIL, 2012).

1.2.3. Governo, legislação e principais barreiras

A falta de regulamentação das fontes renováveis no setor energético e as políticas públicas ainda incipientes para desenvolver o setor são alguns dos impasses verificados para implementação da energia solar no Brasil (MOEHLECKE *et al.*, 2010). Além disso, uma política de incentivos ainda precisa ser estruturada para que os investimentos em energia

¹ O equivalente a R\$0,42 e R\$0,60, segundo cotação da taxa de câmbio Euro/Real em 09 de maio de 2013.

fotovoltaica sejam mais atrativos e obrigatórios (MARTINS *et al.*,2008), já que “ao garantir demanda para cadeia produtiva, as políticas públicas garantem e estimulam a ampliação da capacidade do complexo produtivo, incentivam inovações tecnológicas e, como resultante, tem permitido aumento da capacidade produtiva” (CASTRO;PAES; DANTAS, 2012, p.1).

As principais barreiras para inserção da energia fotovoltaica em maior escala na matriz energética nacional são a falta de políticas públicas e de regulamentação. Estes fatores dificultam os investimentos no setor por parte das organizações privadas e acabam não incentivando a inovação tecnológica nesse segmento (MOEHLECKE *et al.*, 2010).

1.3. O mercado fotovoltaico internacional

1.3.1 .Mercado Global

Entre 2007 e 2009, houve um crescimento de mais de 317% na produção mundial anual de módulos fotovoltaicos. Esta alta taxa de crescimento deveu-se a políticas de incentivos nacionais, principalmente na Alemanha, Japão, Espanha e Estados Unidos (MARTINS *et al.*,2008). A capacidade instalada de geração fotovoltaica acompanhou a tendência da produção dos módulos e cresceu quase 680% entre 2005 (5 GW) e 2010 (39 GW) (CASTRO; PAES; DANTAS, 2012).

Segundo Martins *et al.* (2008), a tecnologia de módulos fotovoltaicos conectados à rede elétrica é a que mais cresce no planeta, quando comparada ao crescimento da conexão de energia proveniente de outras fontes. O valor das ações de companhias onde o principal negócio era a energia solar aumentou de US\$40 bilhões em janeiro de 2006 para mais de US\$140 bilhões em 2007. Essa é uma das tendências que demonstra o potencial de crescimento de tal segmento (DAVISS, 2007).

A Europa, hoje, se apresenta como líder nesse segmento de mercado, representando cerca de 75% de participação na capacidade instalada global, seguida do Japão, com participação de 9% e dos Estados Unidos, com 6%. Na Europa, a Alemanha é o país que detém a maior participação da Europa, representando 44% do total, seguida da Espanha com 10% e da Itália com 9%. Em 2005, a América Latina representava apenas 1% do mercado fotovoltaico mundial (CHEMICAL BUSINESS, 2010; REN21, 2011).

Em algumas regiões do Japão, Itália e EUA, já há paridade entre o custo da eletricidade gerada por sistemas fotovoltaicos e o de outras fontes de energia, como gás natural ou energia nuclear (DAVISS, 2007).

Há um objetivo na União Européia de produzir 20% de sua energia a partir de fontes renováveis até o ano de 2020, e a energia fotovoltaica pode contribuir para o alcance desta meta, gerando cerca de 12% da energia elétrica na região (EPIA, 2011; HARGREAVES, 2010).

1.3.2. Mercado Alemão

Em 1991, a Instituição de Crédito Alemã para a Reconstrução desenvolveu e começou a implementar o Programa 1000 Telhados, que permitiu a inserção da energia fotovoltaica no país, financiando entre 60 e 80% das instalações necessárias para a evolução do programa (SALAMONI, 2009).

Apesar disso, o mercado fotovoltaico alemão só conseguiu se estabelecer após o lançamento de um programa de incentivos, que ocorreu entre 2000 e 2004 (RÜTHER;ZILLES, 2011). Em 2000, apenas 6,2% da eletricidade do país provinha de fontes renováveis de energia. Em 2008, a parcela de eletricidade produzida por fontes renováveis já representava 15,3% do total (STOKES, 2009).

Existe uma lei na Alemanha, que exige que novas residências utilizem ao menos 10% da energia que necessitam para aquecimento interno proveniente de fontes renováveis (STOKES, 2009). Nesse contexto, qualquer cidadão que produza eletricidade através de módulos fotovoltaicos pode vendê-la para rede nacional de eletricidade por valores entre €0,45 e €0,57 por kWh. Isso representa quase três vezes o preço que os consumidores pagam pela eletricidade, que custa aproximadamente €0,19 por kWh e funciona como um incentivo. As empresas alemãs de energia elétrica são obrigadas por lei a pagar esse prêmio, que é garantido até 2024. Em 2007, já havia mais de 300.000 sistemas fotovoltaicos na Alemanha, principalmente sobre o telhado de casas e em pequenos negócios, representando um mercado de cerca de US\$6 bilhões por ano (DAVISS, 2007; BUSINESS AND THE ENVIRONMENT, 2008).

Os recursos gastos pelo governo na área de pesquisa e desenvolvimento em energia também têm colaborado para o desenvolvimento desse mercado. Em 2007 esses recursos foram da ordem de €19,4 milhões. Desse investimento, 50% foi destinado a fontes de energia renováveis (FRONDEL *et al*, 2010).

Para estimular o lado da demanda, a Alemanha utilizou-seque isso ocorresse, a Alemanha utilizou-se do mecanismo de pagamento de tarifa *feed in*² para os fornecedores, repassando

² Nesse sistema, as empresas concessionárias pagam aos fornecedores de energia valores estabelecidos pelo governo, acima dos preços de mercado. Funciona como uma forma de garantia para os produtores. O preço fixo é estipulado num contrato, por um período determinado de tempo.

apenas um pequeno aumento na conta de eletricidade de cada consumidor. Esta estrutura tarifária permitiu uma produção de eletricidade descentralizada, fazendo com que não se tenha a necessidade de transmitir outros tipos de energia à longa distância, processo este que também consome energia (STOKES, 2009). Os elevados custos de capital inicial para investimentos foram financiados através de empréstimos com juros baixos oferecidos pelos bancos e refinanciados pelo governo federal (SALAMONI, 2009).

A maior empresa do segmento fotovoltaico no país é a americana First Solar, que possui cerca de 600 colaboradores. Essa organização fornece painéis fotovoltaicos. Os estímulos governamentais fizeram com que a procura por esses painéis crescesse muito, possibilitando o aumento de escala da produção, e a conseqüente redução dos seus custos (STOKES, 2009).

Outra cidade onde existe um grande investimento em energia fotovoltaica é Freiburg, no estado de Baden-Württemberg, também considerada uma cidade 100% sustentável. Nesse local, há várias casas que possuem módulos de produção de energia solar (BUSINESS AND THE ENVIRONMENT, 2008).

As grandes empresas alemãs produtoras de *utilities* baseadas em fontes de energia renovável, estão utilizando sua experiência para vender plataformas tecnológicas de serviços para outros países europeus (STOKES, 2009).

2. Metodologia

O objetivo geral deste trabalho consiste em identificar quais são os aspectos necessários para o desenvolvimento de um mercado fotovoltaico no Brasil.

Para atingir a esse objetivo foi feito um estudo exploratório através de uma análise documental de relatórios e artigos nacionais e internacionais encontrados em bibliotecas e *websites*. Nessa etapa foi feita uma pesquisa qualitativa descritiva longitudinal que consiste em verificar como as “questões da pesquisa e as hipóteses são afetadas pela variação das coisas com o decorrer do tempo” (HAIR *et al*, 2005,p. 88).

A pesquisa exploratória foi escolhida para o desenvolvimento da coleta de dados, pois verificou-se que é uma das técnicas mais utilizadas para se estudar setores com alto grau de inovação como é o caso do setor de geração de energia fotovoltaica.

Num segundo momento foram realizadas entrevistas em profundidade com especialistas da área. A seleção dos entrevistados foi feita com base em sua experiência (HAIR *et al*, 2005; VERGARA, 2005).

Foram realizadas, em maio de 2012, 8 entrevistas com questionários semiestruturados. As entrevistas foram anotadas e também gravadas e transcritas e tiveram duração entre 30 e 60 minutos. Duas dessas entrevistas foram presenciais (entrevistados do estado de SP) e as demais (entrevistados de outros estados) foram realizadas por telefone. A amostragem dos entrevistados tentou captar opiniões diversas sobre o desenvolvimento do mercado fotovoltaico no Brasil: um dos entrevistados trabalhava num órgão regulador; um no governo; três em universidades; um em órgão articulador público-privado e dois na iniciativa privada.

3. Resultados e discussão

A maioria dos entrevistados acredita que a diversificação da matriz energética brasileira já está ocorrendo atualmente, porém há divergências quanto às fontes que terão maior participação no mercado. A participação da energia eólica foi destacada pelos entrevistados e a da energia solar também, entretanto, em menor escala. Visto que a geração hidráulica tem uma grande participação na matriz, essa fonte continuará sendo relevante para o país. Um dos acadêmicos entrevistados levantou a possibilidade de que a diversificação das fontes energéticas no Brasil pode levar o país a uma matriz mais suja no médio prazo, na contramão de muitos países que estão adotando medidas para tornar sua matriz energética mais sustentável, como é o caso da Alemanha (WORLD ENERGY COUNCIL, 2010).

A energia fotovoltaica ainda levará um maior tempo para ser inserida na matriz em maior escala, apesar de uma das vantagens citadas pelos entrevistados ser a abundância do recurso solar disponível no território brasileiro, que se fosse coberto por módulos fotovoltaicos em 0,04% de sua área, teria capacidade de gerar mais energia que o consumo anual total de eletricidade (RÜTHER; ZILLES, 2011).

As outras vantagens da energia fotovoltaica apontadas pelos entrevistados são: sua geração distribuída que possibilita a descentralização da produção de energia, e assim reduz perdas da transmissão e distribuição; não há impactos ambientais, isto é, é uma fonte de energia limpa; sua complementaridade à matriz energética; a integração dos módulos à arquitetura, sem necessidade de construção numa área muito ampla; a produção pode ser em pequena ou grande escala; e ainda, custos operacionais baixos, como foi ressaltado por um dos entrevistados da iniciativa privada.

A principal desvantagem ainda é o custo elevado dos painéis, além da sazonalidade desta forma de energia, que precisa estar interligada com outras fontes nos períodos em que não

há sol; a necessidade de uma nova configuração do sistema elétrico, ou seja, o estabelecimento das redes inteligentes; e sua baixa eficiência de conversão de energia fotovoltaica em energia elétrica. Cabe aqui uma observação de um dos acadêmicos entrevistados, de que o custo da energia fotovoltaica é alto, mas existe uma tendência de queda, já que toda vez que o volume acumulado de venda dos módulos duplica, o preço destes é reduzido em mais de 20%, como é apontado pelo estudo da EPIA (2011).

A principal barreira apontada pelos entrevistados é o custo muito alto da tecnologia, devido à falta de incentivos para o estabelecimento de uma indústria nacional, pois não há vontade política para fomentá-la, já que não existe uma obrigação legal do governo em reduzir as emissões de gases poluentes como ocorre nos países desenvolvidos, como no caso da Alemanha, que tem uma meta de que 30% de sua eletricidade seja gerada por fontes renováveis até 2030, como é ressaltado por Stokes (2009). Além disso, os entrevistados destacam a falta de uma mão de obra capacitada, pois atualmente não há cursos de graduação que tenham disciplinas voltadas exclusivamente para energia fotovoltaica. Outros impedimentos que têm grande influência no estabelecimento de um mercado nacional são a regulamentação, que já existe, mas ainda precisará de algumas mudanças, conforme a adaptação da demanda à energia fotovoltaica; a falta de linhas de financiamentos para compra de equipamentos por parte da população, como ocorre na Alemanha; e a falta de planejamento do Brasil na questão da geração de energia através de fontes renováveis.

Os entrevistados estimam que o custo de geração da energia fotovoltaica tornar-se-á competitivo no médio prazo em alguns estados, e no longo prazo em outras regiões. Isso porque, o custo da geração precisa atingir uma paridade com o custo da tarifa de energia elétrica, que difere de acordo com a concessionária de cada estado.

Uma questão levantada por um dos entrevistados da iniciativa privada, é que ainda não se chegou a um consenso, por parte dos especialistas, de qual é o real custo da geração da energia fotovoltaica, pois isso depende de muitos fatores, sendo o mais importante deles o nível de incidência de radiação solar. Sua opinião confirma a explicação de Castro, Paes e Dantas (2012), de que quanto maior o nível de incidência de radiação solar, maior é a quantidade de energia gerada, o que reduz o valor em R\$/MWh da energia fotovoltaica, tornando-a mais competitiva em relação a outras fontes.

Existem três tipos de aplicações hoje no Brasil: a geração distribuída a partir dos telhados solares, as usinas solares e os sistemas isolados. Há a usina solar de Tauá da MPX no

Ceará que já está em operação com capacidade de geração de 1MW e a Eletrosul também com 1 MW. Segundo um dos acadêmicos entrevistados, a principal aplicação no Brasil foi em sistemas isolados, nos últimos vinte anos, principalmente em comunidades que vivem na zona rural onde não chega energia elétrica através de diversos programas, entre eles, o Luz para Todos, que possibilitou o acesso de aproximadamente 14,2 milhões de pessoas à eletricidade (BRASIL, 2012). O estado onde há maior quantidade desses sistemas é na Bahia. A aplicação em sistemas isolados se apresenta como uma grande oportunidade em países em desenvolvimento, onde as populações que não tem acesso à eletricidade podem passar a ter uma melhor qualidade de vida (IPCC, 2011).

Quanto ao desenvolvimento de uma indústria nacional de células e módulos fotovoltaicos, a maioria dos entrevistados afirmou que o Brasil dispõe de uma grande reserva de silício, que é a principal matéria prima utilizada na fabricação dos componentes dos sistemas. Apesar disso, o silício encontrado aqui é o de grau metalúrgico, e necessita ser purificado para obtenção de silício grau solar, utilizado na produção dos painéis fotovoltaicos.

A importação exerce alguma influência no custo elevado da tecnologia, porém não é o único motivo como foi dito pelos entrevistados, pois no mundo inteiro esse custo ainda é muito alto.

A instalação de empresas de componentes locais foi um facilitador para o desenvolvimento do mercado fotovoltaico alemão, pois atraídas pelo mecanismo de tarifas *feed in* adotado pelo governo, as empresas de lá puderam se estabelecer e ter grandes economias de escala, o que fez com seus custos declinassem como explica Stokes (2009). No caso do Brasil, também é necessário que haja produção local dos componentes dos sistemas fotovoltaicos, já que temos grande disponibilidade de silício (MOEHLECKE *et al.*,2010) e isso possibilitaria uma redução de custos através de um ganho de escala, facilitando assim a inserção da energia fotovoltaica na matriz energética.

Dois dos acadêmicos entrevistados acreditam que a utilização do programa de tarifas *feed in* tem se mostrado adequado na expansão do mercado em outros países, como foi o caso da Alemanha, e poderia ser utilizado no Brasil, mas ainda assim é necessário que haja uma política de incentivos devido ao alto custo inicial dos painéis fotovoltaicos. O representante da articulação público-privada entrevistado defende que o programa aqui deveria ser mais conservador e gradual do que os implementados na Alemanha ou na Espanha. Como é descrito por Daviss (2007), as empresas alemãs de energia elétrica são obrigadas por lei a

pagar o prêmio aos consumidores que injetam energia na rede, a partir dos painéis instalados em suas casas, e este valor chega a ser quase o triplo da tarifa média de energia. Por outro lado, há os argumentos contra o sistema de tarifa *feed in* citados pelos representantes do governo e da agência reguladora entrevistados, que alegam que o encarecimento da energia para o consumidor final está na contramão da vontade política de redução das tarifas de energia elétrica, que como insumo básico de produção, tem um grande impacto em todos os setores da economia. Esses argumentos também são defendidos por Rütther e Zilles (2011), que explicam que não seria justo impor o custo mais elevado da tarifa *feed in* para grande parte da população, que não teria condições de usufruir dos benefícios deste sistema.

A questão da regulamentação é fundamental para possibilitar o desenvolvimento do mercado fotovoltaico, como foi dito por todos os profissionais entrevistados. A regulamentação da ANEEL como a Resolução Normativa nº 482/2012, que saiu em abril de 2012 foi um marco regulatório para criação de um ambiente propício ao desenvolvimento da energia fotovoltaica no país. A regulamentação ainda necessitará de melhorias, conforme o desenvolvimento do mercado e o aumento da demanda, porém esse primeiro passo já possibilitou que a conexão de um sistema na rede, que antes era muito caro e burocrático, se tornasse um processo mais simples. A falta de regulamentação foi citada como um dos impasses para implementação da energia fotovoltaica no Brasil por Moehlecke *et al.* (2010), mas com os avanços já verificados nesse âmbito, o desenvolvimento do mercado fotovoltaico torna-se mais crível.

As áreas mais citadas pelos entrevistados que necessitam de incentivos são a produção de componentes dos sistemas fotovoltaicos, como células, módulos e inversores; a instalação desses sistemas; investimentos em pesquisa e desenvolvimento para possibilitar a descoberta de novas tecnologias; desenvolvimento de novos modelos privados de cooperação; e no que envolve a demanda, dar maiores incentivos aos financiamentos dos equipamentos e sua respectiva instalação. Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento do mercado fotovoltaico no Brasil por parte do governo são praticamente inexistentes, enquanto na Alemanha, o valor despendido para pesquisas na área de fontes renováveis atingiu cerca de €11,1 milhões em 2007, segundo Frondel *et al.* (2010). Além disso, para inserção da energia fotovoltaica no mercado alemão houve o financiamento de 60-79% das instalações a juros baixos oferecidos pelos bancos e refinanciados pelo

governo federal, como indica Salamoni (2009), o que demonstra a importância desses incentivos para estabelecimento de um mercado fotovoltaico no Brasil.

Como a competitividade das usinas hidroelétricas e da geração de energia eólica ainda é muito maior em relação à fonte fotovoltaica, o entrevistado da agência reguladora acredita que o Brasil provavelmente não alcançará uma maior participação dela no mercado global. Os outros entrevistados vêem o papel do governo como fundamental para que isso ocorra, e dessa forma, será necessário um posicionamento do governo no que diz respeito ao desenvolvimento de uma indústria nacional forte de silício grau solar. É muito improvável que o país ocupe um lugar de destaque mundialmente como um grande mercado de energia fotovoltaica no médio prazo, uma vez que as políticas de incentivos ainda são muito incipientes, a regulamentação é muito recente e não há empresas nacionais de componentes dos sistemas e nem uma demanda estabelecida.

Como foi frisado por todos os entrevistados, o desenvolvimento de um mercado fotovoltaico brasileiro depende de uma série de fatores, tais como incentivos do governo a uma indústria nacional de seus componentes (células, módulos e inversores) e da instalação dos painéis; da regulamentação do mercado; de leilões específicos para esse tipo de energia como vem sendo feito para fonte eólica; além da necessidade de desenvolver a competitividade e reduzir os custos.

Os resultados das entrevistas indicam que a falta de vontade política é um dos grandes impedimentos para o desenvolvimento do mercado, já que sem ela não há possibilidade de se estabelecer políticas de incentivos, o que torna praticamente inviável a utilização da energia fotovoltaica. Além disso, o desinteresse do governo também torna mais lento o processo de regulamentação, que é fundamental para criar as condições de existência do mercado e demonstra a despreocupação em relação a um planejamento energético baseado em uma matriz renovável, diversificada e descentralizada, capaz de atender à demanda futura de energia em função do crescimento demográfico e econômico.

4. Conclusões

Através da pesquisa realizada, pode-se concluir que os principais aspectos necessários para o desenvolvimento do mercado fotovoltaico brasileiro são: políticas de incentivos, fomento de uma indústria nacional de componentes dos sistemas fotovoltaicos, regulamentação, capacitação da mão de obra e estímulo à demanda.

A regulamentação é fundamental para que a energia fotovoltaica tenha uma participação relevante na matriz energética nacional. Com a Resolução Normativa nº 482/2012 foi possível criar um ambiente propício para que o mercado se desenvolva, contudo ainda é preciso que ela seja aperfeiçoada para que atenda às necessidades dos agentes do setor energético.

As políticas de incentivos dependem de interesse político para ser instituídas e, enquanto isso não ocorrer, o mercado fotovoltaico ficará impossibilitado de se desenvolver em grande escala e de forma competitiva em relação a outras fontes de energia. Esses incentivos envolvem as mais diversas áreas, tais como investimentos em pesquisa e desenvolvimento para descoberta de novas tecnologias e de criação de linhas de financiamento a juros baixos para possibilitar a compra dos sistemas e instalação destes pelos consumidores. Esses incentivos deverão fomentar o estabelecimento de uma indústria nacional de componentes, como células e módulos fotovoltaicos, pois o país possui matéria prima suficiente para tal.

A capacitação de uma mão de obra qualificada será indispensável para que o mercado se desenvolva, uma vez que o setor de energia fotovoltaica necessita de recursos humanos com conhecimento técnico para poder operar e gerenciar os sistemas. Além disso, outro aspecto que merece atenção é o estabelecimento de um mercado consumidor, através de campanhas de divulgação dos benefícios da utilização da energia fotovoltaica e de parcerias junto a construtoras e empreiteiras para instalação de sistemas fotovoltaicos em maior escala.

No caso do Brasil, o sistema de tarifas *feed in* não se mostra tão adequado na opinião de alguns dos profissionais entrevistados, quanto na Alemanha, pois grande parte população não teria condições de adquirir um sistema fotovoltaico e não poderia usufruir de seus benefícios, como é ressaltado por Rütther e Zilles (2011). Ainda são necessários estudos que aprofundem esta questão, de forma a medir o impacto real desse mecanismo na conta de energia elétrica do consumidor final.

Por fim, nota-se o papel decisivo que as políticas de incentivos assumem para o estabelecimento de um mercado fotovoltaico competitivo, atuando tanto do lado da demanda como no lado da oferta, para que este seja capaz de atender à demanda futura de energia do país de forma sustentável.

5. Referências

ASSUNÇÃO, F.; MEDEIROS, E.; SHAYANI, R. **Estudo prospectivo em energia fotovoltaica: Uma síntese para políticas públicas.** In: Congresso Brasileiro de Energia Solar, 3, 2010, Belém: CBENS, 2010. 12p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2010 (Preliminar).** Brasília, 2011. 28p.

BRASIL. **Energia. 2012.** Disponível em <
<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia>>. Acesso em: 22 mai. 2012.

BUSINESS AND THE ENVIRONMENT. **Freiburg, Germany Pioneers Solar Energy Use. Business and the Environment**, v. 19, n.3, p.9 -10, Mar. 2008.

CASTRO, N.; PAES, K.; DANTAS, G. **Perspectivas para a geração fotovoltaica no Brasil. Brasil tem grandes possibilidades de desenvolver a indústria de energia fotovoltaica e de ampliar a participação desta fonte na matriz elétrica brasileira.**

Canal Energia, 19 jan. 2012.
Disponível em: <

<http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?id=87322> >. Acesso em: 03 mar. 2012.

CHEMICAL BUSINESS. **Photovoltaics market: A global outlook. Chemical Business**, v. 24, n. 3 , p. 19-30, Mar. 2010.

DAVISS, B. **Here comes the Sun. New Scientist**, v. 196, n. 2633, p. 32-37, Dec. 2007.

EPIA- EUROPEAN PHOTOVOLTAICS INDUSTRY ASSOCIATION. **Solar photovoltaics competing in the energy sector – on the road to competitiveness.** In: 8th EUROPEAN PHOTOVOLTAICS INDUSTRY SUMMIT, 8., 2011, Frankfurt, Alemanha. Bruxelas, Bélgica: EPIA, Set. 2011. 35 p.

FRONDEL, M. *et al.* **Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. Energy Policy**, v. 38, n. 8, p. 4048-4056, Ago. 2010.

GOLDEMBERG, J. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998, cap. 3, p. 37-59.

HARGREAVES, B. **National Pride. Professional Engineering**, v.,n. , p. 25-26, Jul. 2010.

HAIR, J. *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração.** Tradução: Lene Belon Ribeiro – Porto Alegre: Bookman, 2005. 471 p.

IEDI-GVCES- INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI); CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO (GVCES).

Políticas para promoção da economia verde. Mar.2011.

IPCC. **IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.** Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2011, cap. 3, p. 333-400.

KNOB, P. *et al.* **Investigating the peak demand reduction capability of PV: a case study in Florianópolis, South Brazil.** In: 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 19., 2004, Paris, França. Proceedings of the 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference. Munich, Alemanha : WIP, 2004. v. 1. p. 877-890.

MARTINS, F. *et al.* **Solar energy scenarios in Brazil. Part two: Photovoltaics applications.** *Energy Policy*, v.36, n. 8, p. 2865-2877, Ago. 2008.

MARTINS, F.; PEREIRA, E.. **Enhancing information for solar and wind energy technology deployment in Brazil.** *Energy Policy*, v.39, n.7, p. 4378-4390, Jul. 2011.

MARTINS, F.; PEREIRA, E.; ECHER, M. **Levantamento de recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário – o Projeto SWERA.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n.2, p. 145-159, 2004.

MCCURRY, J. **Cities of Opportunity. Several Western and Eastern European locations deserve credit for securing investment from global site seekers.** *Site Selection*, v. 55, n. 3, p. 343-346, Mai/Jun. 2010.

MOEHLECKE, A. *et al.* **Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão.** Série Documentos técnicos 02-10: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, p.1- 42, Mai. 2010.

QUAGLIO, S. **A vantagem comparativa do país verde. Análise energia – anuário 2011.** São Paulo: Análise Editorial, 2011. 236p.

REN21. **Renewables 2011 Global Status Report.** Paris, França: REN21 Secretariat, 2011, 116p.

RÜTHER, R.; ZILLES, R. **Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil.** *Energy Policy*, v.39, n. 3, p. 1027-1030, Jan. 2011.

RÜTHER, R.; SANTOS, I. **Cartilha Energia Solar Fotovoltaica.** In: Seminário Energia Limpa, 2011, Florianópolis, Brasil. Abr. 2011, 4 p.

SALAMONI, I. Um programa residencial de telhados solares para o Brasil: diretrizes de políticas públicas para a inserção da energia fotovoltaica conectada à rede elétrica. 2009.200p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2009.

SHAYANI, R. Energia Solar Fotovoltaica: Aspectos sociais, técnicos e políticos. In: Semana do Departamento de Energia Elétrica, 10, 2011, Brasília, Brasil. Out. 2011, 236 p.

STOKES, B. What Germany can teach us about green energy. National Journal, p.21, Abr. 2009.

VERGARA, S. Métodos de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas, 2005, cap. 1, p.15-24.

WORLD ENERGY COUNCIL. Solar Energy. 2010 Survey of Energy Resources. Londres, Reino Unido: World Energy Council, 2010. 618 p.