

ESTUDO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E A ANÁLISE DAS REFERÊNCIAS MUNDIAIS: OS DESAFIOS DO BRASIL NA GERAÇÃO DE ENERGIA, ATRAVÉS DO USO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS.

STUDY OF PUBLIC POLICIES AND THE ANALYSIS OF WORLD REFERENCES: THE CHALLENGES OF BRAZIL IN THE GENERATION OF ENERGY, THROUGH THE USE OF PHOTOVOLTAIC PANELS.

Cecília Montibeller Oliveira¹

Paula Fernanda da Silva¹

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar as principais políticas públicas e observar como houve o ganho de escala na instalação painéis fotovoltaicos no cenário internacional, analisando os desafios para o Brasil, assim como as vertentes da geração distribuída como possibilidade de ganho de escala nas instalações e quais os gargalos atuais impedem o crescimento no setor. Constatou-se que os países com relevância no segmento de mercado fotovoltaico de geração de energia e de geração distribuída receberam forte apoio governamental no processo de implantação e instalação, no apoio à pesquisa e desenvolvimento, incentivo a implantação de bases industriais locais, modalidades de financiamento e tarifários aos consumidores dessa fonte renovável de energia. No Brasil, mesmo com as condições climáticas favoráveis, observa-se ausência de políticas públicas de incentivo e subsídios para fomentar o crescimento da geração a partir do uso de painéis fotovoltaicos.

Palavras-chave: Políticas de Energias Renováveis. Energia Solar. Painel Fotovoltaico. Geração Distribuída.

ABSTRACT

The objective of this paper is to present the main public politics and to observe how there was a increase in the use of photovoltaic panels in the international scenario and to analyze the challenges for Brazil, as well as the aspects of distributed generation as a possibility of scale gain in the use of photovoltaic panels and which are the facts that impede growth in the sector. It was observed that the countries with relevance in this

scenario received strong governmental support in the implementation and installation process, support for research and development, incentive to establish local industrial bases, financing modalities and tariffs for consumers of this renewable energy source. In Brazil, even with the climatic conditions favorable to the use of this energy source, the absence of public incentive policies and subsidies to foster generation growth through the use of photovoltaic panels is remarkable.

Keywords: Renewable Energy Policies; Solar Energy; Photovoltaic panel; Distributed generation

1 INTRODUÇÃO

O consumo de recursos para produção de bens de energia aumentou consideravelmente no século XX, em virtude do crescimento econômico, tecnológico e populacional ocorrido, impactando diretamente no cotidiano dos usuários e na qualidade do meio ambiente (UNSCEB, 2014). Observa-se que no momento da industrialização e do crescimento das cidades não houve preocupação com os danos e impactos ambientais.

A partir do aumento da demanda de recursos naturais na década de 1970, ocorreu a crise do petróleo. Dessa forma, países dependentes de combustível fóssil buscaram por alternativas para a geração de energia. Os danos ambientais constatados pela emissão de CO₂ na queima de combustível fóssil, e a necessidade do uso do carvão e petróleo na geração de energia, dispararam a pesquisa por modais de geração de energia com fontes renováveis que gerassem menos impactos ambientais. No âmbito deste trabalho destaca-se a energia solar fotovoltaica.

Por meio da necessidade de mudanças, a indústria passou a desenvolver células fotovoltaicas de melhor desempenho, com custos acessíveis para sua implantação na geração de energia elétrica para uso residencial e comercial, permitindo a utilização dos sistemas interligados com a rede principal de energia. De âmbito geral, a energia solar tem apresentado um crescimento de demanda, se mantendo como uma das tecnologias de geração de eletricidade que mais cresce no mundo. A redução nos custos de equipamentos, as novas tecnologias, o grande e crescente interesse dos

investidores, a segurança energética e políticas governamentais de incentivos à geração a partir de fontes renováveis explicam esse movimento (EPE, 2015).

A energia gerada por células fotovoltaicas teve um crescimento acentuado com a maior visibilidade dos riscos associados à mudança climática. Outro fator importante foi a assinatura do Protocolo de Kyoto por países industrializados, que estabeleceu a meta de redução 5,2% dos gases de efeito estufa (GEE) no período de 2008 a 2012 (VALKILA E SAARI, 2010). O Protocolo de Kyoto estabelece mecanismos que auxiliam os países com compromisso de redução de emissões de GEE a atingir os objetivos. Destaca-se para o Brasil o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), dado o grande potencial do país para atrair investidores de países interessados em projetos no âmbito desse Mecanismo. O reflorestamento, a eficiência energética e o uso de tecnologias limpas e de energias renováveis são exemplos de atividades que podem ser enquadradas no MDL.

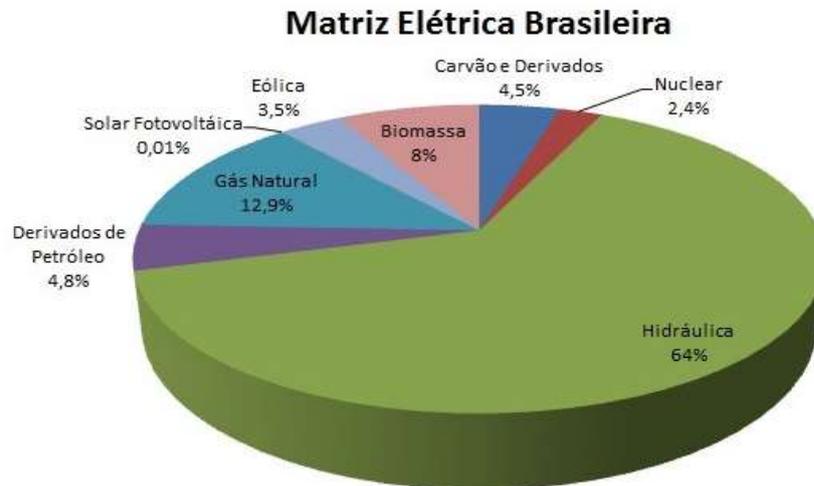
O ano de 2014 representou o marco mundial em energia fotovoltaica, batendo recorde de instalação de sistemas de geração, com capacidade de 40 GW (REN21, 2015). Países como Alemanha e Japão lideram o processo. Entretanto, a China, maior emissor de carbono, vem ampliando seus investimentos nesse campo, de forma a reduzir de 40% a 45% suas emissões até 2020 em relação aos níveis de emissões de 2005 (LI E LIN, 2013).

Investe-se cerca de US\$ 300 bilhões por ano em energia renovável, sendo que a China é responsável por US\$ 100 bilhões, a Europa investe US\$ 48 bilhões, e os Estados Unidos colocaram US\$ 44 bilhões nesse mercado. No Brasil, embora a incidência solar seja altíssima, investiu-se somente US\$ 7,1 bilhões (GBC BRASIL, 2017).

Analisando o cenário brasileiro, tem-se um país com área de 8,5 milhões de km², característica continental e grande potencial de energias renováveis. No caso da energia solar, observa-se elevados índices de irradiação em quase todo o território nacional pelo fato de o Brasil estar situado em uma região com incidência mais vertical dos raios solares. Adicionalmente, tem-se a proximidade à linha do equador fazendo com que haja pouca variação na incidência solar ao longo do ano, de modo que,

mesmo no inverno, pode haver bons níveis de irradiação (TOLMASQUIM, 2016). A figura 01 apresenta a Matriz Elétrica Brasileira em 2015.

Figura 1: Matriz Elétrica Brasileira, 2015.

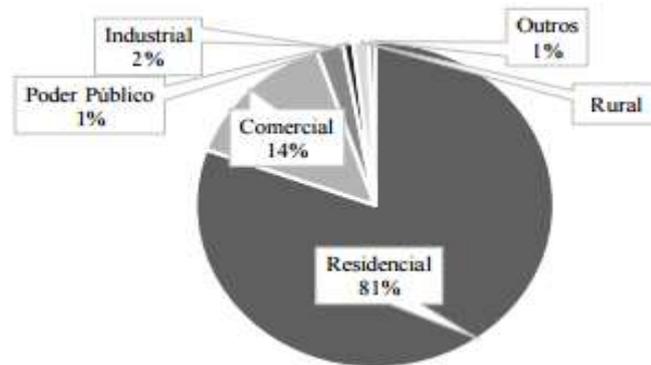


Fonte: Adaptado de EPE, 2015.

No ano de 2050, 50% da geração de energia no mundo virá de fontes renováveis. Dessa demanda, 25% serão supridos pela energia solar fotovoltaica. A Agência Nacional de Energia Elétrica estima que o potencial mercado seja de 6,25 GW médio dividido entre as classes de consumo residencial, comercial e industrial (ANEEL, 2013). Ressalta-se que o mercado potencial para micro e minigeração são os consumidores de baixa tensão conectados nas distribuidoras com tarifas mais elevadas.

No Brasil, a geração distribuída fotovoltaica é mais forte no segmento residencial, seguido pelo segmento comercial e industrial, respectivamente, conforme figura 2. Ressalta-se que o segmento rural é composto por residências em zonas rurais e agropecuária e que o segmento identificado como outros é composto por geradores que não declararam a classe de consumo no registro, totalizando 239 kWp de potência instalada (SMASRTENERGY, 2016).

Figura 2: Participação dos geradores em cada segmento.



Fonte: SMASRTENERGY, 2016.

Acredita-se que o desenvolvimento e ganho de escala da geração de energia através de painéis fotovoltaicos no Brasil ocorrerá a partir de políticas públicas que incentivem e propiciem ferramentas que favoreçam o crescimento desse setor no país.

Smasrtenergy (2016) destaca a influência da RN nº 482 para o crescimento acentuado da adoção da fotovoltaica, mesmo com a recessão econômica vivenciada pelo país nos últimos anos, justificando, por razões políticas, mercadológicas, financeiras, econômicas e ambientais, o aumento do número de pessoas interessadas em gerar a própria energia e envolvidas com a questão ambiental. Além disso, o sistema de compensação de energia e a criação de empresas do setor, oferecendo projeto e instalação dos equipamentos, também auxiliaram no crescimento de conexões. Com relação à potência instalada, um salto significativo ocorreu com a Chamada 13 da ANEEL, de 2011, a partir da qual várias empresas do setor elétrico construíram instalações fotovoltaicas conectadas à rede.

Apesar de todos potenciais e benefícios demonstrados, ainda existem diversas barreiras a serem quebradas, tanto no âmbito das políticas públicas existentes quanto no empresarial para a implantação dessa tecnologia e o ganho de escala na matriz de energia do país. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é a compreensão a partir de uma revisão estruturada da literatura, das principais características dos modelos de geração de energia fotovoltaica no cenário internacional e quais os desafios para o Brasil. A) analisando as vertentes da geração distribuída como possibilidade de ganho de escala nas instalações e quais os gargalos atuais que impedem o crescimento no setor; b) estudo das políticas públicas de países referenciais que ganharam escala em instalação de painéis fotovoltaico para GD; c) a compreensão da viabilidade

econômica analisando quais são os países que efetivamente têm políticas de mercado que se aplicariam no Brasil e quais poderiam se aplicar com a finalidade de ampliação do mercado de geração por meio de painéis fotovoltaicos instalados para atender baixa tensão.

2 HISTÓRICO DO USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico para geração de eletricidade por intermédio da radiação solar foi observado pela primeira vez pelo físico francês Alexandre-Edmond Becquerel, em 1839. Os painéis fotovoltaicos são formados por um conjunto de células fotovoltaicas e podem ser interconectados de forma a permitir a montagem de arranjos modulares que, em conjunto, podem aumentar a capacidade de geração de energia elétrica. Cerca de 80% das células fotovoltaicas são fabricadas a partir do silício cristalino; 20% utilizam filmes finos. Por sua vez, o silício cristalino é obtido a partir do quartzo, que deve ser purificado até o grau solar, que exige 99,9999% de pureza. O Brasil possui jazidas de quartzo de alta pureza, mas ainda não desenvolveu a tecnologia necessária para obter silício com grau solar (SILVA, 2015).

Na década de 1950, foi fabricada a primeira célula solar fotovoltaica de semicondutor de silício nos Estados Unidos, e a sua aplicação, inicialmente, ocorreu na geração de eletricidade nos satélites espaciais americanos. Já na década de 1970, devido à crise do petróleo, os módulos de células fotovoltaicas tiveram a sua expansão global em escala comercial para geração de energia elétrica. As décadas de 1980 e 1990 foram também marcadas por um maior investimento em programas de financiamento e de demonstração motivados, sobretudo, pela consciência crescente da ameaça das alterações climáticas devido à queima de combustíveis fósseis. Com o crescente mercado de energias renováveis, propiciado pelo Protocolo de Kyoto, a energia fotovoltaica começa a evoluir a partir do momento que se estabeleceu. No entanto, até o ano 2006, a capacidade global de gerar energia elétrica a partir desse sistema se manteve bastante singelo, entretanto, a partir de 2008, o processo sofre uma rápida aceleração com um crescimento no ano de 2014 de 2.428% ou 25 vezes a carga instalada em 2007 (REN21, 2015).

Nos mercados desenvolvidos, os aumentos da demanda e da escala de produção e o desenvolvimento tecnológico viabilizaram a redução de preços e, em decorrência, a

expansão do uso dessa fonte de energia limpa. Destaca-se também o papel dos programas de incentivos à fonte, promovidos por países como Alemanha, Austrália, China, Espanha e Estados Unidos (SILVA, 2015). O desenvolvimento tecnológico ocorreu principalmente na Alemanha, nos Estados Unidos, no Japão e, em segundo plano, na Itália, Espanha e Noruega. Apesar disso, destaca-se que os estudos para desenvolvimento tecnológico na indústria fotovoltaica estão concentrados na China, atual líder na produção de painéis fotovoltaicos. Na Alemanha, a tecnologia está em declínio. Por sua vez, Estados Unidos e Espanha concentram as pesquisas tecnológicas e as plantas-piloto relacionadas à tecnologia termossolar, decorrência das altas irradiações solares nas regiões semiáridas de seus territórios. Afirma-se que os cinco países de maior relevância nos resultados na geração de energia fotovoltaica, são: China, Alemanha, Japão, Estados Unidos, Itália, Reino Unido, França, Espanha, Índia e Austrália, respectivamente.

A energia fotovoltaica apresenta diversos benefícios, como a redução de emissão dos GEE, redução dos impactos socioambientais e riscos inerentes às fontes de origens fósseis. Contudo, o uso em larga escala mundialmente dessa tecnologia enfrenta diversos desafios, como custo de investimento, baixa eficiência das células fotovoltaicas, principalmente em países com baixo índice de irradiação solar, capacidade de armazenamento e vida útil das baterias e a disponibilização do recurso ininterruptamente (ABINEE, 2015).

3 AS EXPERIÊNCIAS EM PAÍSES DE REFERÊNCIA

3.1 ALEMANHA

Uma combinação de fatores explica a posição de liderança da Alemanha no que diz respeito à geração de energia renovável. Além de haver uma grande conscientização da população sobre os benefícios dessa fonte, o país ainda conta com empresas bem qualificadas nesse segmento e boas oportunidades de financiamento. Como consequência, a Alemanha é constantemente elogiada pela mídia, tendo suas iniciativas quanto à energia renováveis muito valorizadas. Ao que tudo indica, a posição de líder em geração de energia solar será mantida em razão dos recentes investimentos no aumento de sua capacidade de produção. A meta do governo

alemão é de que, até 2050, toda a energia do país venha de fontes renováveis (SOLAR VOLT, 2016).

O movimento da opinião pública na segunda metade da década de 1980 fez a grande diferença junto aos parlamentares alemães por mudanças na matriz energética do país, na qual a energia nuclear e a base de carvão mineral eram predominantes. No ano de 1990, a Lei feed-in foi aprovada com o objetivo de incentivar os geradores de energia renováveis com uma garantia de pagamentos por unidade gerada, durante um período fixo, no qual o prazo é estipulado por cada país que o adota. Essa lei também estabelece os regulamentos para as interconexões com as redes elétricas locais para que os produtores possam vender a energia gerada por essas fontes renováveis (REN21, 2015). Esse foi o primeiro sinal de mudança da estrutura, Nesse contexto, a sua aplicação se deu inicialmente com a energia eólica e que foi capaz de ter uma fase de rápida expansão. Durante esse período, a energia fotovoltaica teve um conjunto de iniciativas internas de proteção para garantia de seu espaço de mercado e a sobrevivência da sua indústria .

Grau, Huo e Neuhoff (2012) apontam que o mercado fotovoltaico encontrou suporte para sua expansão por meio do Ato de Fontes Renováveis de Energia (Renewable Energy Sources Act), aplicado para geração de energia de fontes renováveis, promulgado em 2000 e alterado em 2004 e 2009, estabelecendo, assim, os procedimentos de acesso de empreendimentos de geração de fontes de renováveis à rede e o esquema da feed-in tariff (FIT) que foram favoráveis aos investimentos nessas instalações de geração de energia fotovoltaica. A feed-in tariff, também conhecida como “tarifa prêmio”, uma tarifa diferenciada como política de incentivo de promoção das energias renováveis (ABINEE, 2015). A Alemanha, ao adotar feed-in tariff, mostra que o modelo de incentivo foi fundamental para aumentar a energia gerada por fontes de energia renováveis de 6,3% em 2000 para mais de 15% em 2008 (SCHAFER E BERNAUER, 2014). Paralelamente aos incentivos, diversos programas com empréstimos bancários para compra de sistemas de geração de energia fotovoltaica foram implementados, visando estimular investimentos na indústria fotovoltaica e projetos de P&D.

Os incentivos dados pelo governo alemão para o uso da energia fotovoltaica foram: apoio ao investimento para fábricas na Alemanha; subsídios e incentivos em dinheiro;

doação em dinheiro Tarefa Conjunta; subsídio de investimento; empréstimos a juros reduzidos pelo banco de desenvolvimento alemão KfW a nível nacional, pelos bancos estaduais de desenvolvimento, por meio de mercado de capitais pelas garantias públicas, e por intermédio de financiamento para P&D, pelo Ministério Federal do Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) e Ministério Federal da Educação e Pesquisa. Além disso, o acelerado desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica nas últimas décadas reduziu o preço do sistema em 52% entre os anos 2006 e 2011. Entretanto, a maioria dos novos investimentos no setor fotovoltaico ainda é obtido por meio do apoio governamental. Embora essa situação represente um desafio, porque cria incerteza regulatória e requer um contínuo apoio público, ao mesmo tempo representa uma oportunidade, porque a decisão de política pública no apoio do fotovoltaico pode ser a base para uma estratégia de inovação com programas de P&D e apoio à produção inovadora de tecnologia (GRAU, HUO E NEUHOFF, 2012).

A União Europeia, em 2010, foi o maior mercado de fotovoltaico do mundo, no qual, do total instalado, a Alemanha sozinha teve 50% dessa energia, a Itália veio em seguida, com 17,5%, e a República Checa com 11,2%. Juntas representaram 84% da energia fotovoltaica instalada na EU (CUCCHIELLA E D'ADAMO, 2012).

3.2 CHINA

A China, apesar de ser um grande emissor de poluentes em função do número de indústrias que abriga, se compromete seriamente com a geração de energia solar e tem feito muitos investimentos na área, principalmente voltados a sistemas de aquecimento de água por meio de placas instaladas em telhados. Contribui bastante nesse sentido o fato de o país ser um importante fabricante de painéis solares. Para o futuro, há planos de aumentar o uso de energia renovável por meio da constante revisão das metas do governo e da redução do uso de carvão (SOLAR VOLT, 2016). A conferência de Copenhague (COP15), em 2009, foi marcada pelo compromisso que a China assumiu perante o mundo com a redução das emissões de CO₂. A sua meta declarada foi de uma redução de CO₂ por unidade de PIB de 40% a 45% até 2020, em relação aos níveis de 2005. O seu plano para atingir o resultado é por meio do aumento de 15% das fontes de energia não fósseis na sua matriz energética. Com

essa ambiciosa meta, o país atende as expectativas internacionais e a visão de longo prazo para seu planejamento econômico e social (YUAN, HOU E XU, 2012).

Em 2009, promoveu uma série de políticas de mercado para geração de energia fotovoltaica e lançou o programa “Golden Sun”, além de alguns projetos em grande escala na grade de tarifas FIT. Houve também os incentivos por intermédio de subsídio para os investidores que adquiram o sistema de geração fotovoltaico diretamente dos fabricantes. Esse subsídio corresponde a uma redução de 50% quando aplicado na rede fotovoltaica da cidade, e de 70%, quando aplicado fora da rede fotovoltaica nas áreas rurais. Existem outras facilidades para incentivar ainda mais a indústria fotovoltaica, como empréstimos e créditos oferecidos pelos bancos do governo e do estado aos fabricantes, investimentos e subsídios diretos aos fabricantes fotovoltaicos, com redução de impostos e empréstimos a juros reduzidos. Esses regimes de apoio à tecnologia para os sistemas fotovoltaicos são amplamente utilizados e conseguiram permitir a viabilização dos projetos de geração fotovoltaica e com redução de custos (GRAU, HUO E NEUHOFF, 2012).

3.3 JAPÃO

Assim como a China, o Japão é um dos principais fabricantes de placas solares, que o torna um investimento óbvio para suprir sua grande demanda energética. Em apenas três anos, a capacidade de geração do Japão aumentou significativamente, de cerca de 3 mil megawatts de potência para aproximadamente 13 mil. O crescimento continua a ritmo acelerado, incentivado tanto pelo governo, com o estabelecimento de metas elevadas, quanto pelo setor privado, que contribui com o propósito de tornar o país um líder mundial em energia solar. Um investimento inovador nesse sentido consiste na construção da primeira fazenda solar flutuante do mundo (SOLAR VOLT, 2016).

Até na década de 1970, o país tinha uma matriz energética baseada em combustíveis fósseis. Para diminuir a dependência dessa fonte de energia, diversificou-se a matriz energética com o aumento do uso carvão mineral, gás e usinas nucleares. Esse processo ocorreu em função das duas crises de petróleo, nos anos de 1970 e 1979. Após a crise de 1970, o governo lançou o programa nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), chamado Luz do Sol, com a finalidade de desenvolvimento

de fontes de energias não fósseis até o ano 2000. O programa se manteve de 1974 até 1981, envolvendo tanto as atividades públicas como as privadas no desenvolvimento de novas tecnologias energéticas. Após a crise de 1979, o programa exigiu mais investimentos do governo em desenvolvimentos de energias renováveis, pois os esforços até aquele momento não foram suficientes para evitar os desconfortos provocados pela crise. Em 1980, foi promulgada a Lei de Energia Alternativa, que se transformou no principal pilar do projeto para a energia solar, com o desenvolvimento de tecnologia fotovoltaica durante os anos de 1980 e 1990. No ano de 1993, surge o Novo Projeto Luz do Sol, por meio da fusão do Programa Luz do Sol, Programa Luz da Lua e o Programa de P&D de Tecnologia Ambiental para a criação da indústria fotovoltaica japonesa e do mercado interno (CHOWDHURY, 2014). Atualmente, o governo japonês estuda a introdução do mecanismo de tarifa-prêmio como forma de reforçar o incentivo à expansão da tecnologia solar fotovoltaica conectada à rede. Adicionalmente, governos locais também incentivam a instalação desses sistemas por meio da concessão de subsídios.

3.4 ITÁLIA

O crescimento dessa fonte energética no país tem sido tão grande que uma parte de suas usinas a gás opera com metade da sua capacidade durante o dia. O próximo passo depende de fatores administrativos e ações que contribuam para a diminuição do preço desse tipo de energia (SOLAR VOLT, 2016).

A geração de energia através de células fotovoltaicas no país teve início em 2003 com o Decreto Legislativo 387 de 2003, atendendo a diretiva da Comunidade Europeia (CE) para fontes renováveis, Diretiva 2001/77/CE. Torna-se importante destacar a importância do governo italiano no que refere-se a implementação, por meio de um regime de apoio muito atrativo, misturando net metering e um mix de FIT segmentado. Quanto a FIT e a tarifa net metering foram fixadas no período de 2008 a 2010 foram inicialmente destinadas para pequenas centrais elétricas integradas em telhados ou em ambiente da superfície terrestre. Entretanto, em 2011, foi proposto pelo governo um novo esquema, no qual reduziu fortemente os benefícios do FIT dados para as centrais geradoras acima de 200 kW (CUCCHIELLA E D'ADAMO, 2012).

Uma das barreiras apresentadas para o sistema fotovoltaico na Itália é que as redes elétricas de algumas regiões do sul do país tornaram-se inadequadas para atender tanto a rede de geração de energia eólica quanto a geração de energia fotovoltaica, pois ambas têm a mesma grandeza com a carga de pico, sendo necessário ter um plano especial de desenvolvimento da rede elétrica com o crescimento da geração fotovoltaica (ENGEMA, 2015). A legislação italiana adotou uma série de medidas que visam a integração de mercado na produção de eletricidade a partir de plantas de GD e concedeu diversos benefícios em relação à energia gerada por cogeração.

3.5 ESTADOS UNIDOS

A capacidade de geração de energia solar dos Estados Unidos aumentou bastante em um período de quatro anos, em decorrência da queda do preço dessa tecnologia motivada por financiamentos e políticas de âmbito estatal no país. Para os próximos anos, espera-se um aumento ainda maior, devido aos vários projetos de energia solar em andamento no país e a sua legislação favorável a essa tecnologia. (SOLAR VOLT, 2016). No país, utiliza-se do modelo do terceiro proprietário (third-party owner) do sistema fotovoltaico. Esse sistema de negócio permite que um desenvolvedor construa e possua o sistema fotovoltaico na propriedade do cliente e revenda a energia gerada ao próprio cliente, permitindo, assim, que o cliente tenha a energia elétrica do sistema fotovoltaico sem os custos de aquisição, manutenção e de operação, além de se proteger das contas variáveis da energia do serviço público e reduzir os impactos ao meio ambiente

A expansão da energia solar nos Estados Unidos ocorreu devido a implantação de políticas públicas baseadas em investimentos como: a) por intermédio de linhas de financiamento diferenciado para compra de equipamento - aplicado somente em cinco estados; b) pelas transferências diretas baseadas em desconto, empréstimos ou em desempenho, podendo chegar a cobrir até 50 % do valor da instalação – é utilizado em mais da metade dos Estados; c) por meios fiscais/tributários por intermédio de dedução dos impostos sobre a edificação - é empregado somente em alguns estados; d) somente por meio fiscal, por meio de desconto ou eliminação das taxas nos sistemas fotovoltaicos – é também disponível em alguns Estados; e) por intermédio do net metering, no qual a parcela da energia não consumida é utilizada pela concessionária e creditada para consumo futuro – é utilizada por quase a totalidade

dos Estados americanos; e f) ou por meio de crédito via redução do imposto de renda em 30% do custo da instalação (ENGEMA, 2015).

Entende-se como fatores fundamentais para o crescimento da energia fotovoltaica nos Estados Unidos: o baixo custo para gerar a energia, o processo de inovação, a expansão de mercado e a estabilidade política e legal, além de que a maioria das políticas em níveis estaduais tem se mantido razoavelmente claras, permitindo que as empresas se planejem estrategicamente para sua expansão.

4 O BRASIL

O Brasil possui uma extensa área com altos níveis de irradiação solar em 8,5 milhões de km², que permite a implantação dos sistemas de geração de energia por células fotovoltaicas. O investimento para se ter casas, indústrias ou comércios gerando sua própria energia está cada dia mais baixo. Em 2015, com cerca de R\$ 27 mil, era possível ter um sistema de geração solar instalado em uma residência média. A expectativa é que as ações de estímulos à Geração Distribuída façam cair pela metade o custo de instalação dos sistemas em 2030, o que permitirá retorno integral do investimento ao consumidor em até 10 anos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

As cidades brasileiras apresentam um excelente potencial para a aplicação da energia solar fotovoltaica, não apenas pelas suas características construtivas, mas, também, pelo perfil de consumo energético do brasileiro e pelos níveis de irradiação solar do país. De acordo com REN21 (2008), quando compara-se a irradiação solar do Brasil e da Alemanha, observa-se, com base nos valores mínimos e máximos anuais da irradiação solar global horizontal nesses países, que a região menos ensolarada do Brasil recebe aproximadamente 25% mais irradiação solar do que a região mais ensolarada da Alemanha, que é considerada a nação com o mais bem-sucedido mecanismo de incentivo às FRE e com a maior potência FV instalada (REN21, 2008). Apesar do alto índice de irradiação solar no país, as práticas de incentivos atuais são limitadas, dificultando que se consiga ganhar escala para geração de energia a partir do uso de painéis fotovoltaicos.

A Resolução ANEEL 482/2012 estabelece as regras do net metering para a geração distribuída, determinando que as concessionárias de distribuição passem a cobrar apenas o saldo líquido entre energia entregue ao consumidor descontada da energia gerada por ele e injetada na rede, além de definir outras condições, como medidores e requisitos de rede para viabilizar essa troca. (ENGEMA, 2015).

No país, até 2030, 2,7 milhões de unidades consumidoras poderão ter energia gerada por elas mesmas, entre residências, comércios, indústrias e no setor agrícola, o que pode resultar em 23.500 MW (48 TWh produzidos) de energia limpa e renovável, o equivalente à metade da geração da Usina Hidrelétrica de Itaipu. Com isso, o Brasil pode evitar que sejam emitidos 29 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

O Ministério de Minas e Energia (MME) lançou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) para ampliar e aprofundar as ações de estímulo à geração de energia pelos próprios consumidores, com base nas fontes renováveis de energia (em especial a solar fotovoltaica). O Programa pode movimentar pouco mais de R\$ 100 bilhões em investimentos até 2030 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015). Com práticas como: 1) criação e expansão de linhas de crédito e formas de financiamento de projetos para a instalação de sistemas de geração distribuída nos segmentos residencial, comercial e industrial; 2) o incentivo ao estabelecimento de indústrias fabricantes de componentes e equipamentos usados em empreendimentos de geração a partir de fontes renováveis, englobando o desenvolvimento produtivo, tecnológico e a inovação, bem como o estabelecimento de empresas de comércio e de prestação de serviços na área de geração distribuída a partir de fontes renováveis; 3) a promoção da atração de investimentos, nacionais e internacionais, e favorecer a transferência e nacionalização de tecnologias competitivas para energias renováveis; 4) o fomento à capacitação e formação de recursos humanos para atuar em todos os elos da cadeia produtiva das energias renováveis (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

Observa-se pequenas iniciativas do governo brasileiro para incentivo a energia fotovoltaica. Entretanto observa-se também alguns sinais de evolução no setor. De acordo com o ECOA (2016), foram instaladas 4.517 novas conexões entre janeiro de 2013 a julho de 2016.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, foi possível compreender os principais modelos de implantação e geração de energia fotovoltaicas que estão sendo aplicados no Brasil e nos países de referência. Notou-se a grande mudança no cenário mundial e a conscientização na maioria dos países após a crise do petróleo da década de 1970, a da elevação da taxa de gases de efeito estufa na atmosfera e a redução da dependência de combustíveis fósseis. Logo, países de referência no segmento, sendo eles Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e China, destacam-se pelo apoio governamental para o processo de ganho de escala e seu crescimento. Podendo pontuar o apoio à pesquisa e desenvolvimento, implantação de bases industriais locais ou incentivos financeiros e tarifários aos diversos setores consumidores dessa fonte renovável de energia. O importante passo incentivado pelos governos, da compra da energia excedente gerada pelos próprios consumidores como mecanismo de crescimento ao uso dessa fonte renovável em vários dos países analisados.

Do cenário no Brasil pode-se observar que, apesar das condições climáticas favoráveis, a energia fotovoltaica é pouco explorada no território nacional, não havendo planos claros, inclusive nos planos energéticos estratégicos governamentais de médio e longo prazo. Além disso, verificou-se a carência de políticas públicas de incentivo e subsídios para que essa fonte de geração de energia fotovoltaica seja realmente considerada como uma fonte de importância na matriz energética do país. As barreiras de mercado e de políticas públicas mostram a necessidade de um estudo e revisão no setor de forma mais abrangente.

O segmento residencial mostrou-se o mercado potencial mais forte, com maior número de geradores instalados e maior expectativa de crescimento. Entretanto, não se pode descartar os segmentos comercial e industrial como nichos de mercado a explorar, principalmente quando se espera um aumento de demanda e elevação de tarifas. Há também a curva de carga de comércios e indústrias que podem coincidir com o pico de geração fotovoltaica, sendo mais favorável para o aproveitamento da energia gerada. Logo, os incentivos para desenvolver um mercado sólido devem considerar todas as nuances da geração fotovoltaica para que os seus impactos negativos sejam minimizados e as suas vantagens fortalecidas.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, D. RESENDE, F. LEITÃO, G. **Impactos dos XV Jogos Pan-Americanos de 2007 na Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá, 2008**. Disponível em: < <http://www.usp.br/nutau/CD/112.pdf>>. Acesso em 1 de Outubro de 2016.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Mobilidade Urbana é desenvolvimento Urbano!** 1ª Edição. Novembro de 2005.

BRS, **Cartilha informativa do BRS**. PDTU – Plano diretor do transporte urbano - 2013.

CARVALHO C.A., ROCHA L.R.M., TACO P.W.G. **Megaeventos desportivos: Ações referentes à mobilidade urbana**. COPPE, 2008. Disponível em: < <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/articulos-cientificos/2012-1/720megaeventos-desportivos-aco-es-referentes-a-mobilidade-urbana-pluris-2012/file>>. Acesso em 2 de Outubro de 2016.

CET-Rio. Disponível em:< <http://www.rio.rj.gov.br/web/smtr/cet-rio> > Acesso em 20 de Outubro de 2016.

DELOITTE. **Brasil, a bola da vez**. Disponível em: < <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/conteudos/ibri/IBRI-2010.pdf>>. Acesso em 29 de Setembro de 2016.

DOSSIÊ DE CANDIDATURA RIO 2016. Disponível em: < <http://www.portaltransparencia.gov.br/rio2016/>>. Acesso em 20 de Outubro de 2016.

DOSSIÊ DOS DIREITOS HUMANOS. Megaeventos e violação dos direitos humanos no Rio de Janeiro. Disponível em: <https://comitepopulario.files.wordpress.com/2014/06/dossiecomiterio2014_web.pdf>. Acesso em 15 de Setembro de 2016.

FETRANSPOR – **Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro** Disponível em: < <https://www.fetranspor.com.br/> > acesso em 10 de outubro 2016. Acesso em 15 de Outubro de 2016.

MINISTÉRIO DO TURISMO. **Portal da Copa**. Disponível em: <<http://www.copa2014.gov.br/pt-br/brasilecopa/sobreacopa/a-copa-de-2014>>. Acesso em 15 de Outubro de 2016.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Matriz de Responsabilidade da Copa do Mundo de 2014**. Portal da Transparência. Disponível em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/>>. Acesso em 24 de Outubro de 2016.

MUXI, Zaida. Episódios da transformação urbana de Barcelona. **ARQTEXTO**, Porto Alegre, v 17, 2010. Disponível em: < https://www.ufrgs.br/propar/publicacoes/ARQtextos/pdfsrevista17/05_ZM_TRANSFORMAC%C2%B8O~ES%20BARCELONA.pdf>. Acesso em 20 de Setembro de 2016.

UNIRIO. **Sustentabilidade no contexto dos megaeventos é tema de debate durante a SIA/SNCT por Comunicação UNIRIO**. Disponível em: < <ws/sustentabilidade-no-contexto-dos-megaeventos-e-tema-de-debate-durante-a-sia-snct>>. Acesso em 12 de Setembro de 2016.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2016**. Disponível em:< <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>>. Acesso em 08 Out. 2017.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Rio 2007 XV Jogos Pan-Americanos**, Rio de Janeiro, 2004.

PDTU. **Plano diretor de transporte urbano.** Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/setrans/exibeconteudo?article-id=1477020>> Acesso em 15 de Outubro de 2016.

RIO +20. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html>. Acesso em 10 de Outubro de 2016.