



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

## **Os desafios da implementação da energia fotovoltaica no Brasil: uma análise dos modelos nos principais mercados mundiais.**

**GEORGES NAGUIB GIRGIS ELGAMAL**

FEI

georges.naguib@uol.com.br

**JACQUES DEMAJOROVIC**

Centro Universitário da FEI - Fundação Educacional Inaciana

jacquesd@fei.edu.br

**ERYKA EUGÊNIA FERNANDES AUGUSTO**

Centro Universitário da FEI

eryka\_fernandes@hotmail.com

## **Os desafios da implementação da energia fotovoltaica no Brasil: uma análise dos modelos nos principais mercados mundiais.**

### **The challenges of implementing the photovoltaic energy in Brazil: an analysis of models in major world markets.**

#### **Resumo:**

Este trabalho tem como objetivo discutir as principais características dos modelos de geração de energia fotovoltaica no cenário internacional e os desafios para o Brasil. O procedimento metodológico adotado foi a revisão estruturada da literatura. Os países com maior relevância no cenário atual de implementação de modelos fotovoltaicos para a geração de energia são Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e China. Observa-se que os países líderes no segmento de mercado fotovoltaico de geração de energia receberam forte apoio governamental no processo de implantação, incluindo apoio à pesquisa e desenvolvimento, implantação de bases industriais locais e incentivos financeiros e tarifários aos consumidores desta fonte renovável de energia. No caso brasileiro, apesar das condições climáticas favoráveis ao uso dessa energia, a alternativa sequer foi incluída no Plano Nacional de Energia de 2030 pela Agência Nacional de Energia Elétrica. Verifica-se que o país carece de políticas públicas de incentivo e subsídios para que a fonte de geração de energia fotovoltaica seja realmente considerada como uma fonte de importância na matriz energética do país.

**Palavras-chaves:** Políticas de Energias Renováveis; Energia Fotovoltaica; Modelos de Geração Fotovoltaicos; Energia Solar.

#### **Abstract:**

This work aims to discuss the main features of the models of photovoltaic power generation on the international scene and the challenges for Brazil. The methodological procedure adopted was structured literature review. Countries with greater relevance in the present scenario of implementation of photovoltaic models for power generation are the United States, Germany, Italy, Japan and China. It is observed that the leading countries in the photovoltaic market segment of power generation had strong government support in the implementation process, including support for research and development, implementation of local industrial base and financial incentives and tariff consumers of this renewable energy source. In the Brazilian case, despite the climatic conditions favorable to the use of this energy, this alternative was not even included in the National Energy Plan 2030 by the National Electric Energy Agency. It appears that the country lacks public policy incentives and subsidies so that this source of photovoltaic power generation is actually considered as a source of importance in the energy mix of the country.

**Keywords:** Policies for Renewable Energy; Photovoltaics Energy; Models of Photovoltaic Generation; Solar Energy.

## 1 Introdução

O acelerado crescimento econômico, populacional e tecnológico ocorrido no século XX aumentou exponencialmente o consumo de recursos para produção de bens e energia, assim como melhorou a qualidade de vida nas cidades. Esse avanço foi possível devido ao uso de energia elétrica, na sua maioria baseada em combustíveis fósseis (UNSCEB, 2014). O uso intenso dessas fontes de energia, não renováveis, contribuiu para o avanço da industrialização, mas também trouxe resultados negativos com a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera (UNSCEB, 2014). Entretanto, a crise do petróleo, na década de 1970, fez com que os países dependentes desse combustível fóssil procurassem alternativas para geração de energia. O risco provado pela emissão de CO<sub>2</sub> na queima de combustível fóssil e a necessidade de encontrar alternativas para o uso do carvão e petróleo na geração de energia dispararam a busca por sistemas de energia com fontes renováveis e limpas. Uma destas fontes de energia foi a energia solar fotovoltaica, tecnologia utilizada com boa desenvoltura na geração de eletricidade nos satélites espaciais. Essa necessidade fez com que a indústria se empenhasse em desenvolver células fotovoltaicas de melhor performance, com custos acessíveis para a sua implantação na geração de energia elétrica para uso residencial e comercial. Isso também permitiria a sua utilização nos sistemas interligados com a rede principal de energia ou nos sistemas autônomos, ampliando o seu uso nas áreas rurais não eletrificadas. 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 GEE no período de 2008 a 2012 (VALKILA; SAARI, 2009).

Em 2008, a Europa propôs um acordo internacional de redução de 30% até 2020 dos gases de efeito estufa em relação a 2005 e assumiu reduzir em 20% as suas emissões. Para isso, a estratégia para alcançar a meta será através do uso de energias renováveis em 20% e com o aumento da eficiência energética também em 20% (CARVALHO, 2012).

O crescimento do setor de energias renováveis se deu, de um modo geral, em função das políticas governamentais, nas quais o contexto das reduções das emissões do CO<sub>2</sub>, a segurança energética e o estímulo da economia foram os motores chaves do sucesso (IEA, 2012). O ano de 2014 representou também 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 estão liderando o processo. Entretanto, recentemente a China, como maior emissor de carbono, vem ampliando seus investimentos neste campo, de forma a reduzir de 40% a 45% suas emissões até 2020 em relação aos níveis de emissões de 2005 (LI; LIN, 2013).

Nesse cenário, o Brasil apresenta-se como um paradoxo. Com sua extensa área de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, possui um grande potencial de energias renováveis, como a solar, a eólica, a hídrica e a biomassa. Entretanto, em 2013 sua matriz elétrica era composta por 70,6 % de hidráulica, 11,3 % de gás natural, 7,6 % de biomassa, 4,4 % de derivados de petróleo, 2,6 % de carvão e derivados, 2,4 % de nuclear e 1,1 % de eólica. Sendo que a energia por célula fotovoltaica não foi computada, por não ter instalações de geração relevantes (EPE, 2014). A geração de energia elétrica por células fotovoltaicas no Brasil pode trazer inúmeras contribuições para a sociedade, desde o abastecimento energético às populações rurais e ribeirinhas distantes das redes de distribuição elétrica até a formação de uma indústria que mundialmente vem crescendo, gerando empregos e desenvolvendo polos de tecnologia avançada ao país (ABINEE, 2012). Apesar de todos potenciais benefícios discutidos, ainda existem diversas barreiras a serem analisadas, tanto no âmbito das políticas públicas existentes quanto no empresarial para a implantação desta tecnologia na matriz de energia do país. No contexto, o objetivo desta pesquisa é discutir, a partir de uma revisão estruturada da literatura, as

principais características dos modelos de geração de energia fotovoltaica no cenário internacional e os desafios para o Brasil.

## 2 Metodologia

Para este artigo, optou-se por realizar uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória, pois objetivava-se compreender os agentes envolvidos e suas motivações para implementação de sistemas de energia fotovoltaica, entretanto, sem buscar regularidade, característicos de estudos qualitativos (Godoi e Balsini, 2010). De acordo com Vergara (2000, pg. 47), a “investigação exploratória é realizada na área de pesquisa na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado”, podendo fazer surgir hipótese durante ou ao final da pesquisa, devido sua natureza de sondagem. Para atingir os objetivos do estudo foi utilizada a revisão bibliográfica sistemática através de artigos selecionados pelas bases de dados CAPES, ProQuest, EBSCO, Science Direct e pelas publicações da “Research Policy”, “Energy”, “Energy Policy”, “Renewable and Sustainable Energy Reviews”, “Applied Energy”. Para levantamento de dados e informações foram pesquisados os sites da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Operadora Nacional do Sistema Elétrico (ONS), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Ministério de Minas e Energia, da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), da “United Nations Environment Programme” (UNEP). Também foram pesquisados os relatórios anuais da “International Energy Agency” (IEA), da “Renewable Energy Policy Network for the 21st Century” (REN21) e da “International Renewable Energy Agency” (IRENA). A pesquisa dos artigos seguiu as palavras-chaves: Climate Change; Climate Policy; PV Energy; PV Cells; Photovoltaic Energy; Photovoltaic Energy Policy; Photovoltaic Energy in Brazil; Solar Energy; Energia Fotovoltaica; Energia Fotovoltaica no Brasil. A tabela 1 apresenta o resultado da coleta de artigos e relatórios, dividida pelas categorias Motivação e Benefícios para Implementação, Incentivo Fiscal/Incentivo Financeiro /Lei, Sistema tarifário diferenciado ao consumidor, Participação Atores / Governo / Empresa / Consumidor, Resultados Alcançados com seus respectivos autores.

Tabela 1 - Resultado da coleta de artigos e relatórios

Categorias	Autores
Motivação e Benefícios para Implementação	SEEL; BARBOSE; WISER, 2014, KOLLINS; CORY, 2010; CHOWDHURY, et. al., 2014; JACOBSSON, 2006; IEA, 2010; YUAN; HO; XU, 2012; NREL, [2015]; WWF-Brasil, 2015; PEREIRA; et al., 2012.
Incentivo Fiscal / Incentivo Financeiro / Lei	TIMILSINA; KURDGELASHVILI; NARBEL, 2012; GRAU; HUO; NEUHOFF, 2012; EPE, 2012; ABINEE, 2012; GSE, [2015]; WWF-Brasil, 2015;
Sistema tarifário diferenciado ao consumidor	TIMILSINA; KURDGELASHVILI; NARBEL, 2012; EPE, 2012; GRAU; HUO; NEUHOFF, 2012; ABINEE, 2012; REN21, 2011; REN21, 2015; SCHAFFER; BERNAUER, 2014; ANTONELLI; DESIDERI, 2014; WWF-Brasil, 2015; SPERTINO; DI LEO; COCINA, 2013.
Participação Atores / Governo / Empresa / Consumidor	GTM, 2014; GRAU; HUO; NEUHOFF, 2012; EPE, 2012; AVRIL, et al., 2012; GSE, [2015]; PINHO, J. T. (Org.); GALDINO, M. A. (Org.), 2014; WWF-Brasil, 2015; ABINEE, 2012; ECHEGARAY, 2013.
Resultados Alcançados	EPE, 2012; GRAU; HUO; NEUHOFF, 2012; CUCCHIELLA; D'ADAMO, 2012; ANTONELLI; DESIDERI, 2014; WWF-Brasil, 2015; ABINEE, 2012;

Os resultados serão apresentados de forma agrupada por países e analisados pelas categorias, conforme tabela 1 apresentada. Dessa forma, será possível construir a tabulação das principais dos modelos internacionais, destacando os incentivos fiscais e financeiros necessários para a sua implantação, assim como os resultados alcançados em cada país.

## 3 Energia fotovoltaica

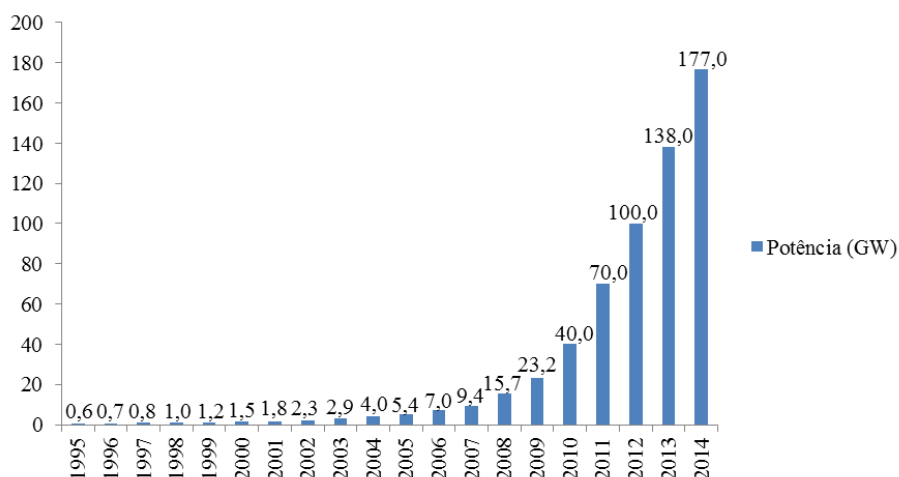
O efeito fotovoltaico para geração de eletricidade através da radiação solar foi observado pela primeira vez pelo físico francês Alexandre-Edmond Becquerel em 1839. O fenômeno foi constatado ao iluminar uma solução ácida que gerou uma diferença de potencial entre os eletrodos imersos na solução. Mais tarde, em 1876, efeito similar, através de dispositivo em estado sólido de selênio, foi observado por W. G. Adams e R. E. Day. As primeiras células fabricadas com selênio foram desenvolvidas por C. E. Fritts em 1883 (PINHO, J. T. (Org.); GALDINO, M. A. (Org.), 2014).

Somente na década de 1950 é que a primeira célula solar fotovoltaica de semicondutor de silício foi fabricada pelos cientistas dos laboratórios da Bell Telephone, 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 (MUNTASSER et al., 2000; PINHO, J. T. (Org.); GALDINO, M. A. (Org.), 2014).

O mercado crescente de energias renováveis, principalmente a fotovoltaica, começa a se desenhar a partir do momento que se estabeleceu o Protocolo de Kyoto, que se fixou metas de redução do GEE para os países industrializados, entre eles os Estados Unidos e a Europa, em 11 de dezembro de 1997. No entanto, até os anos de 2006, a capacidade global de gerar energia elétrica a partir deste sistema se manteve bastante reduzida. 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, como pode ser observada no gráfico 1.

Gráfico 1 - Capacidade instalada de energia fotovoltaica mundial entre 1995 e 2014 em GW.

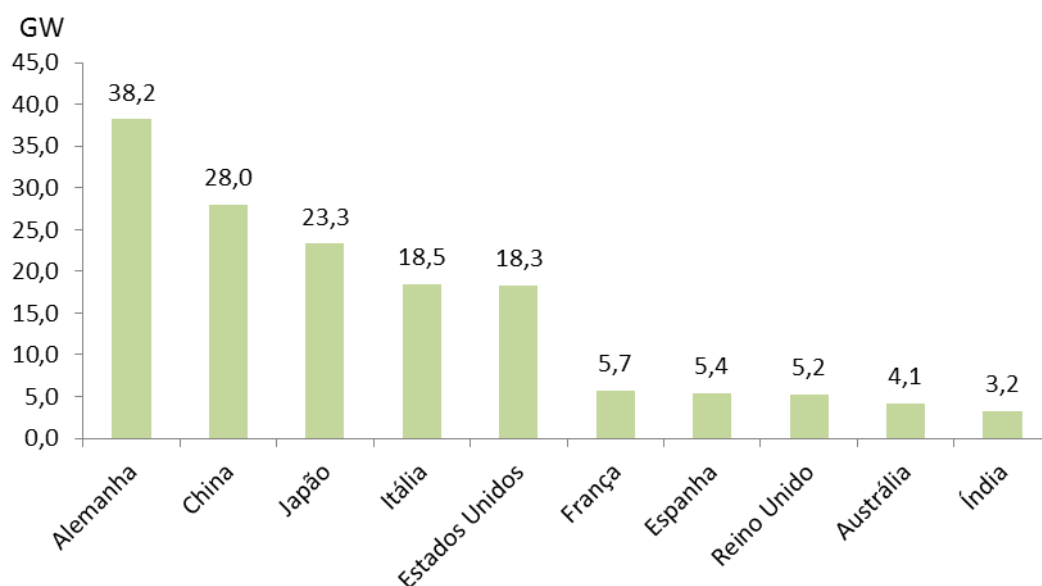
### **Energia Solar Fotovoltaica Capacidade Total Global 1995 - 2014**



Fonte: Autor “adaptado de” REN21, 2012, p. 48; REN21, 2015, p. 59

O rápido crescimento mundial foi diretamente afetado pela ampliação em alguns países-chave, como Alemanha, China, Japão, Itália e Estados Unidos, que representam os cinco maiores geradores dessa fonte de energia, em 2014 em GW. No gráfico 2, também é apresentada a capacidade destes países e os outros cinco de maior relevância nos resultados na geração de energia fotovoltaica, que são a França, Espanha, Reino Unido, Austrália e Índia.

Gráfico 2 - Capacidade instalada nos 10 maiores países de energia fotovoltaica em 2014 (GW).



Fonte: Autor “adaptado de” REN21, 2015, p. 59

O crescente investimento em energia fotovoltaica fez com que essa tecnologia se tornasse a maior geradora de empregos entre as fontes renováveis ao redor do mundo em 2014. De um total de 7,7 milhões de postos de trabalho no campo das energias renováveis, a energia fotovoltaica tem uma parcela significativa de 2,5 milhões de empregos (excluindo-se os números referentes às usinas hidrelétricas), ou seja, um percentual de 32,5% do total de postos de trabalho gerados pelas fontes de energia renováveis (IRENA, 2015). Além da geração de novos postos de empregos, a energia fotovoltaica apresenta diversos benefícios, como a redução de emissão dos GEE, dos impactos socioambientais e dos riscos inerentes às fontes de origens fósseis. Por outro lado, o uso em larga escala mundialmente dessa tecnologia enfrenta diversos desafios, como custo, 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, 2012). Dessa forma, as experiências internacionais mostram como alguns países estão enfrentando os desafios da implantação e manutenção desse sistema.

#### **4 As experiências em países desenvolvidos e em desenvolvimento.**

Neste tópico são apresentados os benefícios e os desafios da implantação da geração de energia fotovoltaica nos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

##### **4.1 Estados Unidos**

Os Estados Unidos foram o primeiro país a partir da década de 1980 a investir em larga escala em energia fotovoltaica sendo superado pela Alemanha em 2000 e voltando a crescer a partir de 2013 em instalações de células fotovoltaicas residenciais. Esse resultado foi obtido através de um novo modelo de negócio, que é através do terceiro proprietário (*third-party owner*: tradução nossa) do sistema fotovoltaico, um acordo de compra de energia para o financiamento no local. 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 (SEEL; BARBOSE; WISER, 2014, KOLLINS; CORY, 2010).

O crescimento do mercado de energia solar nos Estados Unidos ocorre devido a um mix favorável de políticas públicas (TIMILSINA; KURDGELASHVILI; NARBEL, 2012). Essas políticas se baseiam em investimentos no projeto “*Solar America Initiative*”, em P&D, para tornar a energia fotovoltaica competitiva até 2015. Os investimentos variam de Estado para Estado: a) através 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 através de dedução dos impostos sobre a edificação - é empregado somente em alguns estados; d) somente por meio fiscal, através de desconto ou eliminação das taxas nos sistemas fotovoltaicos - é também disponível em alguns Estados; e) através do *net metering*, na 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; f) ou por meio de crédito via redução do imposto de renda em 30% do custo da instalação (EPE, 2012; ABINEE, 2012).

O relatório da GTM (2014) apresenta os três 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. Outros fatores positivos que se somam são que a maioria das políticas em níveis estaduais tem se mantido razoavelmente claras e transparentes, permitindo que as empresas se planejem estrategicamente para sua expansão. Nesse cenário, existe a expectativa de um aumento na demanda em Estados como a Califórnia, Nova Jersey e Nova York.

#### **4.2 Alemanha**

Jacobsson (2006) argumenta que 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. Isso se deu devido ao desastre de Chernobyl em 1986, a morte das florestas devido à chuva ácida, causada em grande parte pelo carvão, e ao surgimento da mudança climática como uma questão política. Além disso, as maiores barreiras iniciais para as fontes de energia renováveis foram escolhas impostas e de forma autoritária dos seus chanceleres pelas fontes a carvão e nuclear nas décadas de 1970 e 1980.

Por sua vez, em 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. Esta lei também estabelece os regulamentos para as interconexões com as redes elétricas locais para que os produtores possam vender a energia gerada por estas fontes renováveis (REN21, 2015). Este foi o primeiro sinal de mudança da estrutura, neste contexto, a sua aplicação se deu inicialmente com a energia eólica e que foi capaz de ter uma fase de rápida expansão. Durante este 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 (JACOBSSON, 2006).

A primeira política de incentivo de energia renovável implantada pela Alemanha ocorreu em 1991, através do programa “Iniciativa 1.000 Telhados Solares”, e foi também o primeiro apoio específico para a geração de energia por células fotovoltaicas durante o período de 1991 a 1995. Repetiu-se novamente no período de 1999 a 2003 pelo programa “Iniciativa de

100.000 Telhados Solares” e contou com incentivos de empréstimos, com juros baixos, do banco de desenvolvimento alemão KfW (GRAU; HUO; NEUHOFF, 2012). Os autores ainda apontaram que o mercado fotovoltaico encontrou suporte para sua expansão através do Ato de Fontes Renováveis de Energia (*Renewable Energy Sources Act* - tradução nossa), 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”, segundo ABINEE (2012), é uma tarifa diferenciada como política de incentivo de promoção das energias renováveis. Esta tarifa garante um preço ao gerador para cada unidade de eletricidade alimentada na rede, fornecida a partir de uma fonte renovável de energia e os contratos são de longo prazo, normalmente de 20 anos (REN21, 2011). No caso da energia fotovoltaica essa tarifa tem um diferencial mais alto para cada unidade de eletricidade gerada e tem cláusulas de redução de preços ao longo do tempo (ABINEE, 2012). 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 (SCHAFFER; 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 (EPE, 2012; GRAU; HUO; NEUHOFF, 2012). De acordo com Grau, Huo e Neuhoff (2012), 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, através de mercado de capitais pelas garantias públicas, através 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, os autores afirmam que 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 obtida 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.

Um dos fatores impulsionadores dessa dinâmica é o movimento do povo alemão contra o aumento da geração nuclear e dos impactos da energia à base de carvão mineral, junto aos seus parlamentares. Essas práticas fizeram da Alemanha um exemplo na comunidade europeia e internacional em energias renováveis, principalmente a fotovoltaica, gerando 38,2 GW de eletricidade em 2014, superando países líderes de mercado, como China, Estados Unidos e Japão, mantendo incentivos legais e financeiros para a sua estabilidade no mercado, com legislações claras e transparentes para os investidores e consumidores em geral. Para Cucchiella e D’Adamo (2012) mostram que a União Europeia (UE) 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% e juntas representaram 84% da energia fotovoltaica instalada na UE.

### **4.3 Japão**



Até a década de 1970, o Japão tinha uma matriz energética baseada em combustíveis fósseis. Para diminuir a dependência dessa fonte de energia, ele diversificou a matriz energética com o aumento do uso carvão mineral, gás e usinas nucleares. Esse processo de diversificação se deu em função das duas crises de petróleo, sendo a primeira em 1970 e a segunda em 1979. Logo após a primeira crise, 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 segunda crise, em 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 um abundante e estável orçamento da ordem de 6 bilhões de dólares para o desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica durante os anos de 1980 e 1990, estimulando as empresas a investirem no desenvolvimento desse tipo de tecnologia. O governo transferiu a responsabilidade da condução do projeto para a Organização de Desenvolvimento de Nova Energia, uma organização quase-governamental (Quasi-Governmental Organization: tradução nossa). Em 1993, surge o Novo Projeto Luz do Sol através da fusão do Programa Luz do Sol com o 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, et. al., 2014).

Avril, Mansilla e Busson (2012) relatam em ordem cronológica os diversos programas de demonstração que foram lançados pelo governo japonês e administrados pela Fundação Nova Energia. Estes programas de demonstração permitem o controle do desenvolvimento das instalações com análise do tipo, local e quantidade do sistema fotovoltaico, enquanto a tecnologia não está madura e sem forte apoio de P&D para melhorar a tecnologia. Os principais programas de demonstração implementados foram: o Programa de Disseminação do Sistema Fotovoltaico Residencial em 1994, com subsídios do custo da instalação. Em seguida, o Projeto Piloto de Promoção de Infraestrutura de Eco-Escola em 1997, que implementou o piloto da escola amiga do meio ambiente. Com o objetivo de promover a implantação de novas energias localmente, criou o Projeto de Apoio para os Esforços Locais em 1997, com subsídios de até 50% do valor da instalação para sistema com saída de 50 kW ou mais. Já para as empresas, para acelerar a nova energia junto a empreendedores privados, criou o Projeto de Subsídio Financeiro para Empreendedores que introduzem a Nova Energia em 1997 e o Projeto do Campo de Provas para uso Industrial em 1998, com subsídio de 50% da instalação. Em 2000 lançou o Projeto de Introdução e Promoção da Nova Energia em Nível Regional e o Programa de Apoio para Deter o Aquecimento Global em 2001. Em 2007 e 2008 houve uma redução de instalações em virtude da diminuição da ajuda do governo. Em 2009 com a promulgação da Lei sobre a Promoção do Uso de Fontes de Energia Não Fósseis e a Utilização Eficaz de Materiais de Fonte de Energia Fóssil por fornecedores de energia, o cenário começou a mudar, pois nesse período foi retomado o programa de subsídios para os sistemas fotovoltaicos residenciais e iniciado o programa para a compra da energia fotovoltaica excedente. A energia gerada e não consumida era enviada para a rede elétrica e era comprada pela fornecedora pelo dobro do valor em relação à geração convencional. Devido à nova meta do Governo em dobrar a capacidade instalada até 2020, as instalações de geração de energia fotovoltaica em 2009 ampliaram mais que 100% em relação a 2008.

#### **4.4 Itália**

O sistema de geração de energia por células fotovoltaicas na Itália iniciou-se em 2003 com o Decreto Legislativo 387 de 2003, atendendo a diretiva da Comunidade Europeia (CE) para fontes renováveis, Diretiva 2001/77/CE. O programa de geração de energia por célula solar entrou em vigor com os decretos de 28 de julho de 2005 e 06 de fevereiro de 2006 e dava incentivos na tarifa por um período de 20 anos para a energia produzida pelos sistemas fotovoltaicos. Em 19 de fevereiro 2007 foi lançado o programa Segundo Conto de Energia que estabeleceu novos critérios para impulsionar a produção de eletricidade por sistema fotovoltaico e durou até 31 de dezembro de 2010. Suas principais alterações foram as ampliações dos incentivos para toda a energia produzida, redução da burocracia para a obtenção da tarifa e as diferenciações das tarifas para com o tipo de integração arquitetônica e tamanho da planta de geração, além da integração desse tipo de geração com a eficiência energética. O Terceiro Conto de Energia é lançado em 06 de agosto de 2010 e é aplicável para novas instalações que entrassem em operação entre 01 de janeiro de 2011 até 31 de maio de 2011, nas quais se definiram as diversas categorias de plantas de geração fotovoltaica. A Quarta Conto de Energia foi lançada em 05 de maio de 2011 e definiu o mecanismo de incentivos para a produção de energia pelos sistemas fotovoltaicos para as novas plantas que entrarem em funcionamento a partir de 31 de maio de 2011. Em 05 de julho de 2012 é publicado o Quinto Conto de Energia que redefine o incentivo de geração de energia pelo sistema fotovoltaico e sua duração se dará até o trigésimo dia a partir da data que os custos cumulativos dos incentivos atingirem 6,7 bilhões de euros por ano (GSE, [2015]).

O relatório da IEA (2010) apresenta a Itália em 2010 como o segundo maior mercado fotovoltaico do mundo e isso se deu através de fortes incentivos internos do governo através do “Programa Conto Energia”, que resultou na grande participação e elevado aumento das instalações fotovoltaicas, por sua vez, Cucchiella e D’Adamo (2012) argumentam que o governo italiano teve um papel importante na implementação, através de um regime de apoio muito atraente, 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 e destinadas inicialmente para pequenas centrais elétricas integradas em telhados ou no ambiente da superfície terrestre. Entretanto, em 2011 foi proposto um novo esquema pelo governo, no qual reduziu fortemente os benefícios do FIT dados para as centrais geradoras acima de 200 kW, mesmo assim o mercado continuou em franca expansão nas instalações de sistemas de geração fotovoltaicas. A FIT era aplicada em qualquer região, independente da diferença geográfica em relação à radiação solar. Com isso, as regiões do norte têm um maior percentual de potência instalada em relação a sua superfície ou a irradiação solar no chão. Em relação à região central, o percentual da potência instalada é praticamente similar à irradiação na superfície. Finalmente, na região sul tem um percentual instalado menor que a superfície. As instalações de geração de energia fotovoltaica, tanto as de pequeno como as de médio porte, foram construídas nas regiões do norte, que são mais ricas, com investimento pessoal próprio por famílias ou pequenas e médias empresas, enquanto que no sul, onde a irradiação solar é maior, os investimentos foram em grandes centrais de geração, geralmente efetuadas por empresas de energia ou por empresas de investimentos (ANTONELLI; DESIDERI, 2014).

Uma das barreiras apresentadas para o sistema fotovoltaico na Itália é que as redes elétricas de algumas regiões do sul da Itália se tornaram 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. Mas esses subsídios podem diminuir antes do planejado e algumas regiões criar restrições no uso da terra para a geração fotovoltaica para dar lugar à agricultura (IEA, 2010)

O crescimento das instalações fotovoltaicas na Itália ocorreu a partir de 2010 com o decreto “Salva Alcoa”, no Segundo Conto de Energia, com as taxas de incentivo FIT amplamente reconhecidas em todos os sistemas fotovoltaicos em que as instalações de estrutura e montagem dos componentes elétricos tenham sido concluídas até dezembro de 2010 e ligadas à rede até junho de 2011 (SPERTINO; DI LEO; COCINA, 2013).

O crescimento das instalações fotovoltaicas na Itália ocorreu através do incentivo que o governo aplicou na FIT e que resultou em um crescimento desordenado das instalações, nas quais não importavam o tamanho ou o número das plantas de geração de energia fotovoltaica, desde que instaladas em um período de três anos ao longo de todo o país, independentemente do nível de irradiação solar das regiões do norte em relação às regiões do sul que são mais ensolaradas. Os encargos do custo de incentivo não são pagos pelos impostos nacionais e serão cobrados nas contas de energia elétrica e serão distribuídos para todos os cidadãos e empresas italianas como um taxa adicional nas faturas nos próximos vinte anos.

#### **4.5 China**

A conferência de Copenhague (COP15) em 2009 foi marcada pelo compromisso que a China assumiu perante o mundo com a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. A sua meta declarada foi de uma redução de CO<sub>2</sub> por unidade de PIB de 40% a 45% até 2020, em relação aos níveis de 2005. O seu plano para atingir o resultado é através do aumento de 15% das fontes de energia não fósseis na sua matriz energética. Com essa ambiciosa meta, a China atende às expectativas internacionais e à visão de longo prazo para seu planejamento econômico e social (YUAN; HO; XU, 2012).

Grau; Huo e Neuhoff (2012) apontam que a China 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. Todas estas iniciativas têm o objetivo de um "programa de médio e longo prazo de desenvolvimento de energia renovável" com metas oficiais de instalação até 2020. Houve também os incentivos através 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. Além disso, existe o apoio ministerial na implantação e inovação com alta tecnologia a pequenas empresas e um orçamento de apoio em P&D para instituições de pesquisa e empresas. Tudo isso com o objetivo de atender o "Plano Quinquenal", emitido pelo governo federal. 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.

A tabela 2 apresenta as categorias de motivação, desafios, incentivos, sistemas tarifários, participação dos atores e os resultados alcançados na implantação do sistema de geração de energia fotovoltaica pelos principais países desta tecnologia e o Brasil.

Tabela 2 – Categorias por países

Categorias	Países					
	Estados Unidos	Alemanha	Jaão	Itália	China	Brasil
Motivação e Benefícios para Implementação	Sim. Fonte de energia renovável para redução dos impactos ao meio ambiente.	Sim. Mudança na matriz energética, redução das fontes nucleares, do carvão e do petróleo.	Sim. Diminuir a dependência dos combustíveis fósseis .	Decreto Legislativo 387 (2003). Atender a diretiva da Comunidade Europeia para fontes renováveis.	Meta de 15 % em energias renováveis até 2020.	Extensa área com altos níveis de irradiação solar.
Desafios	Ampliação dos modelos de incentivo para outros estados.	Requer um contínuo subsidio financeiro público.	Dependência de investimento financeiro público.	Dependente de subsidio do governo nas tarifas de energia. Reforço das atuais redes elétricas para a expansão de carga de energia fotovoltaica no país. Uso da terra para gerar eletricidade versus agricultura.	Garantir o cumprimento das metas em todo território sem racionalização de energia.	Políticas públicas de incentivo para implantação de plantas de geração, de instalações residenciais e implantação de indústrias locais.
Incentivo Fiscal / Incentivo Financeiro / Lei	Mix de políticas públicas. Estados com suas próprias leis de incentivos. Incentivo Federal. Projeto Federal “Solar America Initiative” em P&D para tornar ao energia fotovoltaica competitiva até 2015.	Lei para Energia Renovável com Políticas públicas de incentivos Financeiro e Fiscal. Lei Feed-in ( 1990), Programa 1.000 telhados (1991), Programa 100.000 telhados ( 1999), Ato de Fontes Renováveis de Energia (2000), Feed-in Tariff ( 2000).	Investimentos em P&D para fontes alternativas: Projeto Luz do Sol ( 1974), Lei de Energia Alternativa e Políticas de incentivo fiscal e financeiro (1980) e Novo Projeto de Luz do Sol (1993). Projeto de Introdução e Promoção da Nova Energia em Nível Regional (2000). Programa de Apoio para Deter o Aquecimento Global (2001). Lei sobre a Promoção do uso de fontes de energia não fósseis e a Utilização eficaz de materiais de fonte de energia fóssil por fornecedores de energia (2009). Subsídios financeiros para consumidores e	Decretos de 2005 e 2006 incentivo na tarifa de energia de sistemas fotovoltaicos. Programa Conto de Energia (2007) com incentivos em tarifas para as instalações fotovoltaicas.	Programa Golden Sun (2009) com incentivos nas FIT, Subsídios aos investidores para o mercado local, empréstimos e créditos às indústrias e apoio governamental a P&D	PRODEEM e Programa Luz para Todos. Desconto na TUSD e TUST pela Resolução Normativa ANEEL 481/2012 para projetos fotovoltaicos até 30 MW. Resolução ANEEL 482/2012 estabelece as regras do net metering para a geração distribuída. Primeiro leilão de energia fotovoltaica nov/2013. 6-Leilão de energia reserva com inclusão da energia fotovoltaica nov./2014.
Sistema tarifário diferenciado ao consumidor	Sim, Net metering	Sim, Feed-in Tariff (FIT)	Sim. FIT	Mix de FIT segmentado e Net metering	FIT	Regras para Net metering
Participação Atores / Governo / Empresa / Consumidor	Governo: através de incentivos e mix de políticas. Empresas: através de financiamentos públicos e no aumento do mercado . Consumidor: Preço da energia contratual e meio ambiente.	Governo: Fornecimento de eletricidade em larga escala pelo sistema fotovoltaico e aumento da segurança de fornecimento de energia. Empresas:	Governo: Investimentos em P&D e para instalações de sistemas fotovoltaico. Empresas: Em P&D e expansão industrial para uso do sistema fotovoltaico. Consumidor: Financiamento e Subsídios para instalação.	Governo: Subsidio nas tarifas de energia para os sistemas fotovoltaicos. Empresas: Investimentos em plantas de geração fotovoltaica . Consumidor: através de investimentos próprios.	Governo: Subsidio e investimentos. Empresas : Investimentos subsidiado pelo governo em P&D e expansão industrial.	Governo: Em fase inicial de sustentação da energia fotovoltaica nos leilões de energia. Empresas: Sem incentivo fiscal e com impostos altos para os sistemas fotovoltaico. Consumidor: Sem perspectiva de aquisição devido alto custo de aquisição e instalação
Resultados Alcançados	Estados incentivando o uso da energia fotovoltaica com subsídios fiscais e financeiros.	Incentivos federal muito forte para o uso da energia fotovoltaica com subsídios fiscais e financeiros.	Ampliação das instalações fotovoltaica devido aos investimentos e subsídios do governo	País se torna o maior gerador de energia fotovoltaica na EU e o quarto no mundo.	O país se tomou o maior produtor de energia fotovoltaica no mundo e maior produtor mundial de células e módulos fotovoltaico.	Aguardando posição política de inclusão desta fonte na matriz energética nacional.

## 4.6 Brasil

Pereira et al. (2012) defende que com 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, o Brasil possui uma extensa área com altos níveis de irradiação solar que permite a implantação dos sistemas de geração de energia por células fotovoltaicas. A irradiação no território nacional apresenta valores superiores aos da Alemanha, país que tem a maior capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo e que apresenta uma irradiação mínima de 2,95 kWh/m<sup>2</sup>/dia e a máxima de 3,42 kWh/m<sup>2</sup>/dia, enquanto que território brasileiro o valor mínimo da irradiação solar é de 4,25 kWh/m<sup>2</sup>/dia e o máximo de 6,75 kWh/m<sup>2</sup>/dia ( WWF-Brasil, 2015; NREL, [2015]). A WWF-Brasil (2015) apresenta dados relevantes sobre a energia fotovoltaica como a grande capacidade de geração de empregos associados à cadeia produtiva, a proximidade dos centros de demanda de energia, a capacidade de se somar com outras fontes renováveis e o reduzido impacto ambiental no seu processo produtivo.

Apesar das condições favoráveis brasileiras para tornar o país um grande produtor de energia elétrica a partir do uso intensivo de células fotovoltaicas, as iniciativas em curso são ainda bastante restritas. O Brasil em 1994 criou o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios) para aquisição de sistemas fotovoltaicos para geração de energia elétrica para as comunidades isoladas, atendendo a 7.000 comunidades em todo o país. Este programa foi incorporado ao Programa Luz para Todos com o objetivo de atender as localidades remotas não eletrificadas no território nacional. Desde 2004, já foi instalada a quantidade de 2.046 sistemas fotovoltaicos. (ABINEE, 2012).

Já informações da WWF-Brasil (2015) mostram que a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) promulgou algumas legislações para assegurar ao mercado as regras e normas para que a geração, aquisição e distribuições de energia fossem claras e objetivas a todos os interessados no processo. O Decreto nº 5.163/2.004 determina que a aquisição de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração distribuída seja precedida de chamada pública, promovida diretamente pelo agente de distribuição, e a Resolução Normativa ANEEL 481/2012 permite que projetos fotovoltaicos de até 30 MW tenham desconto de 80% nas Tarifas de Uso dos Sistemas de Transmissão e Distribuição (TUST e TUSD) ao longo dos 10 primeiros anos de operação, o que permite reduzir o preço final da energia. Só que os descontos valem apenas para projetos que entrem em operação até o final de 2017. Já a Resolução ANEEL 482/2012, que estabelece as regras do *net metering* para a geração distribuída, determina 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. O termo geração distribuída é dado para sistemas de pequeno porte instalados em residências.

Em novembro de 2013 ocorreu o primeiro Leilão de Energia (A-3) para empreendimentos em geração fotovoltaica para potências igual ou superiores a 5MW, eólica e termoelétricas a base de biomassa ou a gás natural em ciclo combinado, para início de suprimento a partir de janeiro de 2016. Os resultados do leilão foram bastante desanimadores para a expansão da energia fotovoltaica no país. O leilão só recebeu propostas de geração eólica com um total de 867,6 MW (PINHO, J. T. (Org.); GALDINO, M. A. (Org.), 2014). Já o 6º. Leilão de Energia de Reserva (LER), realizado pela ANEEL em 31 de outubro de 2014, foi um acontecimento importante para a inclusão da energia fotovoltaica. O seu resultado foi a contratação de 889,7 MW em projetos de energia fotovoltaica, ao todo foram 31 projetos (WWF-Brasil, 2015).

A WWF-Brasil (2015) aponta ainda a necessidade de uma política de governo para que haja o desenvolvimento do setor fotovoltaico no país como a isenção fiscal e tributária, tais como PIS-COFINS, IPI, Imposto de Renda e CSLL (Contribuição Social sobre Lucro Líquido), ao

setor fotovoltaico de produção de células e módulos fotovoltaicos e, inclusive, os diversos equipamentos envolvidos na produção desta fonte de energia, além da necessidade de incentivos financeiros para as empresas do setor e a criação de uma demanda mínima anual de 1.000 MW de fontes de geração fotovoltaica em leilões de energia para garantir um desenvolvimento continuado no setor desta fonte energética. Outro fator importante apontado é a necessidade de criação de linhas de financiamento para o consumidor para a aquisição dos sistemas, além de uma maior divulgação dos benefícios desta fonte de geração de energia renovável.

Um fator a ser observado é que a ANEEL não incluiu a fonte de energia fotovoltaica no Plano Nacional de Energia 2030, indicando o pouco peso estratégico desta fonte energética na política pública brasileira. Interessante notar que a pouca relevância dada a esta fonte de energia contrasta com a pesquisa de Echegaray (2013) que, ao levantar a opinião de consumidores e formadores de opinião das comunidades de negócios, revelou que esses são receptivos às energias limpas e otimistas de que a energia eólica e a solar serão as responsáveis por uma maior parte da matriz elétrica.

## **5 Considerações Finais**

Este trabalho discutiu como os principais modelos de implantação de geração de energia a partir de modelos fotovoltaicos estão sendo implementados. A grande motivação na maioria dos países foi 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.

Em comum nos países líderes, como Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e China, destaca-se um forte apoio governamental para o processo de implantação e seu crescimento: apoio à pesquisa e desenvolvimento, implantação de bases industriais locais ou incentivos financeiros e tarifários aos diversos setores consumidores desta fonte renovável de energia. Destaca-se também a importância da compra da energia excedente gerada pelos próprios consumidores como um importante mecanismo de incentivo ao uso desta fonte renovável em vários dos países analisados. Apesar desses avanços, um sistema de incentivo sem o devido planejamento pode ameaçar a própria sustentabilidade dessas iniciativas. Nesse caso, o exemplo da Itália é bastante representativo. O compromisso de compra de energia excedente possibilitou o crescimento relativo mais rápido do uso da energia fotovoltaica na Comunidade Europeia. No entanto, para sustentar este sistema, o custo está sendo partilhado por todos os consumidores, levando ao aumento considerável da energia elétrica, sendo hoje a mais cara da Europa.

No caso brasileiro, observa-se que, apesar das condições amplamente favoráveis, a energia fotovoltaica é pouco explorada no território nacional, não sendo incluída, até o momento, 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 esta fonte de geração de energia fotovoltaica seja realmente considerada como uma fonte de importância na matriz energética do país. A análise dessas barreiras de mercado e de políticas públicas mostram a necessidade de um estudo empírico mais abrangente, de forma a aprofundar a discussão, de forma a entender por que esta fonte de energia, que é abundante em todo o território nacional, ainda não é devidamente explorada e incluída na matriz de energia elétrica do país.

## 6 Referências

- ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. [S.l.], p. 1-176, 2012.
- ANTONELLI, M.; DESIDERI, U. Do feed-in tariffs drive PV cost or viceversa? **Applied Energy**. [S.l.], v. 135, p. 721–729, 2014.
- AVRIL, S. et al. Photovoltaic energy policy: Financial estimation and performance comparison of the public support in five representative countries. **Energy Policy**. [S.l.], v. 51, p. 244–258, 2012.
- CARVALHO, M. G. EU energy and climate change strategy. **Energy**. [S.l.], v.40, p. 19-22, 2012.
- CHOWDHURY, S; et. al, Importance of Policy for energy system transformation: Diffusion of PV technology in Japan and Germany, *Energy Policy*, v. 68, p. 285-293, 2014.
- CUCCHIELLA, F.; D'ADAMO, I. Feasibility study of developing photovoltaic power projects in Italy: An integrated approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. [S.l.], v. 16, p. 1562–1576, 2012.
- ECHEGARAY, F., Understanding stakeholders' views and support for solar energy in Brazil. **Journal of Cleaner Production**. [S.l.], p. 1-9, 2013.
- EPE – EMPRESA DE PESQUISA E ENERGÉTICA. **Nota Técnica EPE: Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro: MME – Ministério de Minas e Energia, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional 2014: Relatório Síntese – ano base 2013**. Rio de Janeiro, 2014
- GRAU, T.; HUO, M.; NEUHOFF, K., Survey of photovoltaic industry and policy in Germany and China. **Energy Policy**, [S.l.], v. 51, p. 20– 37, 2012.
- GSE – GESTORE SERVIZI ENERGECITI. Evoluzione del Conto Energia. [2015]. Disponível em: <<http://www.gse.it/it/Conto%20Energia/Fotovoltaico/Evoluzione%20del%20Conto%20Energia/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2015.
- GODOI, C.K.; BALSINI, C.P.V. A pesquisa qualitativa nos estudos organizacionais brasileiro: uma análise bibliométrica. In: GODOI, C.K.; BANDEIRA-DE-MELLO, R.; SILVA, A. B. da (Orgs.). Pesquisa, estratégia e métodos. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. cap. 2, p. 53-87.
- GTM RESEARCH. **U. S. Solar market insight report, 2014: year in review, executive summary**. [S.l.], 2015.
- GTM RESEARCH. Happy 60th Anniversary to the Modern Solar Cell. 21 abr. 2014. Disponível em: <<https://www.greentechmedia.com/articles/read/Happy-60th-Anniversary-to-the-Modern-Solar-Cell>>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- IEA – INTERNATIONAL AGENCY ENERGY. **PVPS annual report 2014: Photovoltaic Power Systems Programme**. [S.l.], 2010.
- \_\_\_\_\_. INTERNATIONAL AGENCY ENERGY. **World Energy Outlook 2012: Renewables energy outlook**. [S.l.], 2012.
- \_\_\_\_\_. INTERNATIONAL AGENCY ENERGY. **PVPS annual report 2014: Photovoltaic Power Systems Programme**. [S.l.], 2014.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2015**. [S.l.], 2015.

JACOBSSON, S.; LAUBER, V., The politics and policy of energy system transformation — explaining the German diffusion of renewable energy technology, **Energy Policy**, [S.l.], v.34, p. 256-276, 2006.

JANNUZZI, G. D. M.; VARELLA, F. K. O. M.; GOMES, R. D. M., **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: panorama da atual legislação**, IEI - International Energy Initiative. [S.l.], 2009.

KOLLINS, K.; CORY, B. S. K., **Solar pv project financing: regulatory and legislative challenges for third-party ppa system owners**. Colorado: NREL- National Renewable Energy Laboratory, 2010.

LI, A.; LIN, B., Comparing climate policies to reduce carbon emissions in China. **Energy Policy**. [S.l.], v. 60, p. 667–674, 2013.

MUNTASSER, M. A., et al. Photovoltaic marketing in developing countries. **Applied Energy**. [S.l.],v. 65, p. 67–72, 2000.

NREL- National Renewable Energy Laboratory. **Swera (Beta release)**. [2015]. Disponível em: < <https://maps.nrel.gov/swera>>. Acesso em: 15 set. 2015.

PEREIRA, M. G., et al. The renewable energy market in Brazil: Current status and potential. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S.l.], v. 16, p. 3786–3802, 2012.

PINHO, J. T. (Org.); GALDINO, M. A. (Org.). **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2014.

REN21: RENEABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21<sup>ST</sup> CENTURY. **Renewables 2011: global status report**. Paris, 2011.

\_\_\_\_\_. RENEABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21<sup>ST</sup> CENTURY. **Renewables 2012: global status report**. Paris, 2012.

\_\_\_\_\_. RENEABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21<sup>ST</sup> CENTURY. **Renewables 2015: global status report**. Paris, 2015.

SCHAFFER, L. M. ; BERNAUER, T., Explaining government choices for promoting renewable energy, **Energy Policy**. [S.l.],v. 68, p. 15-27, jan.2014.

SEEL, J.; BARBOSE, G. L.; WISER, R. H. An analysis of residential PV system price differences between the United States and Germany. **Energy Policy**. [S.l.],v. 69, p. 216–226, mar. 2014.

SPERTINO, F.; DI LEO, P; COCINA, V, Economic analysis of investment in the rooftop photovoltaic systems: A long-term research in the two main markets, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. [S.l.],v. 28, p. 531-540,set.2013.

STATISTICAL HANDBOOK OF JAPAN 2012, Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications. [S.l.], p. 1-203, 2012

TIMILSINA, G. R.; KURDGELASHVILI, L.; NARBEL, P. A. Solar energy: Markets, economics and policies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. [S.l.], v. 16, p. 449–465, 2012.

TSIKALAKIS, A. et al. Review of best practices of solar electricity resources applications in selected Middle East and North Africa (MENA) countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. [S.l.],v. 15, p. 2838–2849, 2011.



UNSCEB - UNITED NATIONS SYSTEM CHIEF EXECUTIVES BOARD FOR COORDINATION.. **How the United Nations System Supports Ambitious Action on Climate Change.** [S.l.], 2014.

VALKILA, N.; SAARI, A. Urgent need for new approach to energy policy: The case of Finland. **Renewable and Sustainable Energy Reviews.** [S.l.], v. 14, p. 2068–2076, 2010.

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WWF – BRASIL. **Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil:** recomendações para políticas públicas. Brasília, 2015.

YUAN, J.; HOU, Y.; XU, M., China's 2020 carbon intensity target: Consistency, implementations, and policy implications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews.** [S.l.],v. 16, p. 4970–4981, 2012.