

BENCHMARKING:

Políticas Públicas de Incentivo a Geração de Energia Fotovoltaica

Bruno Campos dos Santos¹

Antônio da Fonseca Costa Filho²

Júlio Nichioka³

Resumo

O objetivo geral deste artigo é descrever o estado da arte, referente aos mecanismos de incentivo à geração de energia solar, com o intuito de proteger o meio ambiente. O objetivo específico, foco desse artigo, foi apurar as boas práticas nas políticas de incentivo à geração de energia através das fontes renováveis, em especial, a energia solar, e a forma de estruturação para a implementação de políticas públicas de promoção a fontes renováveis, o caminho percorrido para responder aos questionamentos deste trabalho, demonstrou, haver grande similaridade entre as políticas adotadas pelos 3 países líderes na geração fotovoltaica: China, Japão e Alemanha. Portanto, constatou-se que as melhores políticas na promoção de energia solar, são Feed-in Tariff e Leilões com contas para energias renováveis, em decorrência da utilização dessas políticas pelos países analisados.

Palavras-chave: Energia Renovável. Políticas Públicas. Feed-in Tariff. Energia Solar.

BENCHMARKING:

Public Policies to Encourage Photovoltaic Power Generation

Abstract:

The general objective of this article is to describe what is the state of the art when it comes to mechanisms to encourage the generation of solar energy, with the aim of protecting the environment. The specific objective, the focus of this article, will be to determine which good practices in policies to encourage the generation of energy with the use of renewable sources, in particular the generation of solar energy, and the form of structuring for the implementation of public policies of promotion to renewable sources, which the world leader in photovoltaic power generation has employed. In this study, the three largest producers of solar energy, China, Japan and Germany, were

¹Mestrando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

²Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

³Doutor em Engenharia Civil - Sistema de Gestão, Produção e Qualidade pela Universidade Federal Fluminense.

analyzed. In this study, the three major producers of solar energy were analyzed. Therefore, it has been proven that the most successful policies in promoting solar energy are Feed-in Tariff and Auctions with accounts for renewable energy. The fact that this argument has proven, the full use of these policies by the leading countries in the world solar generation.

Keywords: Renewable Energy. Public Policy. Feed-in Tariff. Solar Energy.

Introdução

É notório que o mundo experimenta uma crescente expansão na capacidade de geração de energia com o emprego de fontes renováveis. E também uma crescente necessidade da utilização de fontes limpas de energia para proteger o meio ambiente do uso desenfreado de combustíveis fósseis que causam danos significativos a diversos ecossistemas ao redor do mundo, além de ajudar a contribuir com o aumento na temperatura global com o emprego deste tipo de combustíveis e desmatamentos. Essa ideia pode ser percebida através da grande parcela que as fontes renováveis representam, sobre a capacidade de geração de energia instalada na Europa, em 2016, sendo da ordem de 86% da energia instalada na Europa, considerando-se todas as tecnologias existentes (REN21, 2017).

Dentre tantos aspectos que comprovam essa argumentação, que são apresentados neste artigo, alguns países merecem destaque no cenário mundial, quando considerada a capacidade de geração de energia com a utilização de fontes renováveis (excluindo geração hidrelétrica), são eles: China, Japão e Alemanha.

A China merece um maior enfoque, porque tornou-se no principal gerador de energia fotovoltaica no mundo. Evidenciar os mecanismos de promoção na inserção de fontes renováveis, especialmente, a Energia Solar que foram empregados pelos países supracitados é o assunto alvo deste artigo.

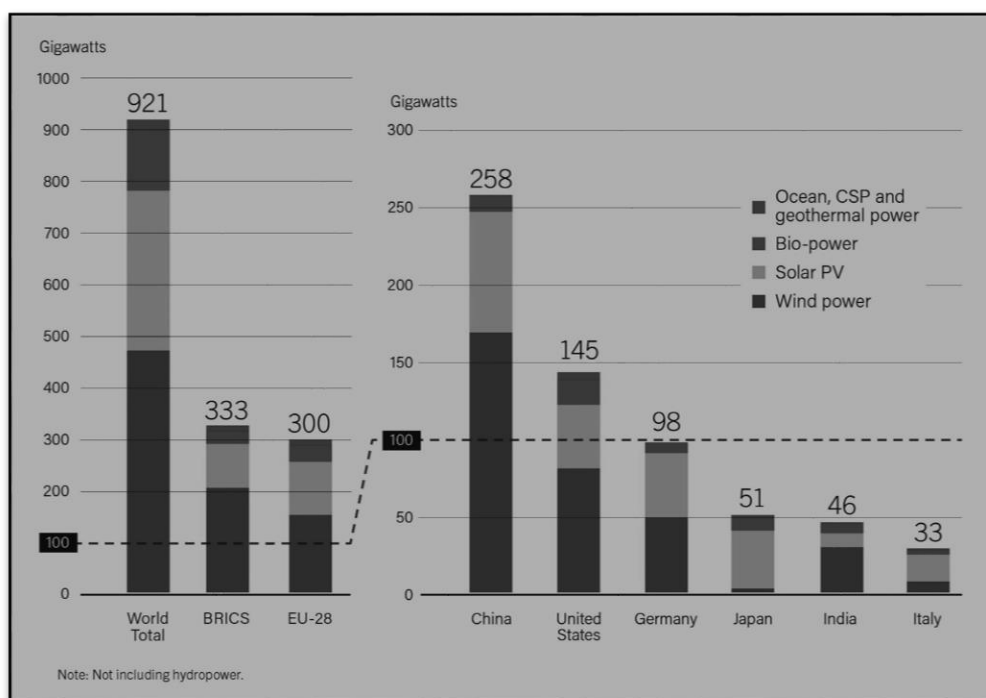
Nesse sentido, de acordo com Renewables 2016 Global Status Report (REN21, 2016), não apenas, a China, mas o mundo, também vivenciou, no ano de 2015, o maior aumento histórico na capacidade de geração por meio de fontes renováveis, embora, perdurem os desafios, principalmente no setor de produção e distribuição de energia.

Evidentemente, que a geração e distribuição de energia solar, também provou um grande acréscimo, acompanhando o expressivo crescimento que as fontes de energias renováveis experimentaram na última década.

A figura 1 confirma a argumentação do grande aumento na capacidade mundial de produção de energia por fontes renováveis (excluindo a geração hidrelétrica), e vai além, pois quantifica e enumera como os principais produtores: o BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), EU 28 e top 6 do mundo.

Também, é possível depreender da figura 1, que a energia solar segue o impressionante avanço em relação as demais fontes renováveis.

Figura 1. Capacidade de Geração de Energias Renováveis no Mundo, BRICS, EU-28 e 6 Países com Maior Geração, 2016.



Fonte: Adaptado da REN21, 2016.

Em um cenário moderado, da Agência Internacional de Energia (IEA), a energia solar pode vir a responder por cerca de 11% da oferta mundial de energia elétrica em 2050, algo próximo de 5.000 TWh. A área coberta pelas instalações seria de 8 mil km² (300 W/m²), equivalente a um quadrado de 90 km de lado.

Para atingir esse patamar de capacidade instalada, é necessário incentivos financeiros para financiar ou subsidiar os avanços tecnológicos e a instalação de placas fotovoltaicas.

De acordo com Crago & Chernyakhovskiy (2016), o interesse em energias renováveis vem aumentando ao longo dos anos, a mitigação de problemas climáticos e a diversificação das fontes de suprimentos de energia se apresentam como fatores motivadores.

Ferreira et al. (2017), preconiza que o aumento da demanda e consumo de energia resulta do progresso tecnológico e do avanço no desenvolvimento humano, que se apresenta como o principal fator gerador de mudanças climáticas e ambientais. Ratifica, a necessidade de investimentos em energias “limpas”, ou seja, as energias renováveis.

Para Lopez et al. (2012), pequenos produtores de energia fotovoltaica, normalmente, pessoas que possuem painéis solares em suas residências, dispõem de potencial técnico para atender até 20% da demanda total dos Estados Unidos. O governo federal dos Estados Unidos no ano de 2013 gastou 5,3 bilhões em investimentos no desenvolvimento da energia solar, representando um aumento na ordem de cinco vezes mais, do que, se comparado com os investimentos realizados na última década (EIA, 2015). Esse exemplo constata que a intervenção dos governos tem um papel fundamental na expansão da capacidade de geração de energia por fonte solar. Este artigo traz como justificativa a necessidade de amplos estudos sobre mecanismos de incentivo a fontes renováveis, que obtiveram sucesso num grande número de países, resultando numa ampla utilização de fontes renováveis, em especial, a geração solar de energia. Para melhor compreender as dificuldades e barreiras a implementação dessas políticas.

A motivação deste artigo pode ser expressa, em fornecer ao Brasil, os melhores e mais funcionais mecanismos de incentivo para geração fotovoltaica validada pelos países líderes na produção de energia limpa no mundo, que valham de base para adaptação as peculiaridades do sistema brasileiro de energia e políticas de incentivo por parte do governo federal brasileiro.

O objetivo geral deste artigo é descrever qual é o estado da arte, quando se trata de mecanismos de incentivo a geração de energia solar, que são comuns aos

países líderes na produção de energia fotovoltaica (top 3), além de outras estratégias para disseminação desse tipo de geração de energia, para melhor compreender .O objetivo específico, foco do estudo, está sobre a China, que é a líder mundial na geração de energia fotovoltaica, afim de apresentar as boas práticas nas políticas de incentivo a geração de energia limpa por fontes de captação solar, e sua forma de estruturação, que foram empregadas pela República Popular da China.

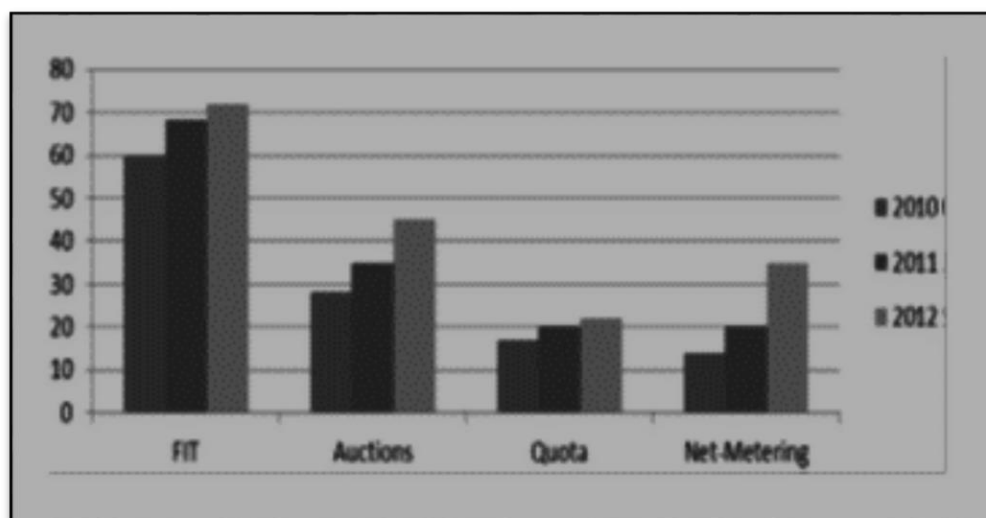
O artigo está organizado da seguinte forma: Seção 2 estabelece a revisão da literatura sobre os mecanismos de promoção a fontes renováveis de energia. Seção 3 apresenta os mecanismos de incentivo a geração solar, empregado pelos países líderes na produção de energia fotovoltaica. Seção 4 apresenta as conclusões sobre quais metodologias podem ser aproveitadas na realidade brasileira. Também, sugestões para próximos estudos e referências bibliográficas.

Revisão da Literatura

Nesta seção serão abordados os principais mecanismos de promoção de fontes renováveis, são eles: Feed-In Tariff, Net metering, Leilões, Cotas com Comercialização de Certificados.

A figura 2 demonstra a contabilização do número de países que adotaram os mecanismos de incentivo a fontes renováveis: Feed-In Tariff, Net metering, Leilões, Cotas com Comercialização de Certificados, e a sua evolução ao longo dos anos de 2010, 2011 e 2012. Na qual, todos os mecanismos apresentaram significativos aumentos na contagem das nações que aderiram, tais ferramentas de promoção a fontes renováveis de energia.

Figura 2. Número de países que adotam políticas de promoção a Energias renováveis, 2012.



Fonte: Adaptado da REN21, 2012.

Feed-In Tariff

De acordo com The support of electricity from renewable energy sources concebido pela Comissão Europeia, (2008) Feed-in tariffs (FIT) é a política mais utilizada dentre os países membros da União Europeia, contabilizando 18 países que escolhem essa medida e no mundo sua abrangência, também, é grande.

Segundo Mendonça (2007), Feed-in Tariffs(FIT), pode ser expressado por colocar uma obrigação legal sobre os serviços públicos para comprar eletricidade de produtores de energia renovável a uma taxa fixa. As tarifas são estabelecidas para cada tecnologia viável, para ter em seus custos de geração diferentes. Os pagamentos, normalmente, são garantidos por longos períodos, geralmente 20 anos como Alemanha adotou.

Para Costa e Trujillo-Baute (2015), o FIT é o instrumento com maior penetração no cenário mundial, *sui generis*, usado para promover fontes de energias renováveis na Europa, na qual, os custos destinados para promoção dessa política, normalmente, são arcados pelos consumidores finais.

Couture e Gagnon (2010), preconizam que a política de Feed-in Tariff aplicada a energias renováveis, oferece a garantia de preços fixos por períodos determinados, que normalmente, costumam ser representados por contratos de longo prazo, a fim de viabilizar a inserção de tecnologias que usam fontes renováveis.

Pablo-Romero et al (2017), corrobora, que as afirmações de preço mínimo garantido pelos governos nacionais por cada kW gerado, injetado na rede ou usado para consumo próprio. O principal objetivo político dos FITs é assegurar a oferta de preços fixos por um determinado período de tempo para a expansão de fontes renováveis de energia. Os FITs incluem o preço da eletricidade e o suporte adicional, dado como pagamento conjunto.

A argumentação de Aquila (2016), ratifica as diferentes visões que compartilham da premissa, de que as estratégias de longo prazo têm maior relevância e acabam sendo fundamentais na construção de um novo modelo de produção e consumo de energia. Entre essas estratégias, pode ser destacado, um dos mecanismos mais conhecidos e utilizados para promover as energias renováveis a longo prazo é o Feed-in Tariff.

Net Metering

Para Thakur e Chakraborty (2016), Net Metering é uma iniciativa política em que os consumidores são compensados pela quantidade de energia verde que é alimentada de volta a rede elétrica, para incentivar o uso de fontes de energia renováveis. Para consumidores com menor requisito de energia, a opção de medição líquida individual não é financeiramente viável. Este mecanismo desloca as quantidades consumidas pelo consumidor da rede e, portanto, proporciona uma conta de eletricidade reduzida com o uso de energia “limpa”.

De acordo com Koumparou et al. (2017), Net Metering, não é um novo esquema, mas já ocorreu desde meados dos anos 90 nos Estados Unidos. O sucesso do esquema foi significativo, especialmente em regiões com alto potencial solar e altas taxas de energia elétrica. No entanto, recentemente começou a causar inúmeras preocupações a empresas de serviços públicos e decisões políticas, porque apesar

da sua aparente simplicidade, várias variações de medição de rede foram introduzidas ou propostas, causando uma grande dúvida sobre o uso desse mecanismo.

Segundo Comello e Reichelstein (2017), o uso da política de Net Meating fornece um subsídio que pode ser empregado para difundir a energia solar e que é custeado pela população, ou seja, os consumidores finais de todo o sistema elétrico da região ou país arcam com o financiamento dessa política.

Sob a ótica de Geffert e Strunk (2017), Net Meating é uma política de cobrança que se aplica a clientes, que também produzem parte da energia que consomem, ou seja, o ato de produção de energia está situado antes do medidor de energia, como casas ou pequenas empresas com painéis solares em seus telhados, pequenas turbinas eólicas ou outras formas de auto geração.

Tan e Chow (2016), afirmam que o uso do Net Meating implica numa dedução algébrica, para verificar a diferença entre consumo e produção de energia com uso de células fotovoltaicas ou outras fontes renováveis. Essa política proporciona ao consumidor a quantia real de energia que ele produziu através do seu sistema de micro geração.

Existem alguns benefícios advindos do uso da política de Net Meating, são eles: a fácil administração da energia produzida por sistemas fotovoltaicos de geração, redução no custo da conta de luz, o uso eficiente de energia, segundo Poullikkas (2013).

Leilões

Kreiss, Ehrhart e Haufe (2017), definem Leilões, como sendo uma ferramenta fundamental na promoção de energias renováveis, porém, eles envolvem diversos riscos para o licitante e também para o leiloeiro. Sendo, o principal risco do leiloeiro, quando se trata de uma expansão ou confirmação de leilões para energias renováveis, o risco de não realização que ocorre quando os vencedores do leilão não realizam seus projetos. Onde, os principais motivos são as incertezas relacionadas ao projeto e seus custos. Normalmente, o leiloeiro requer depósitos de segurança para minimizar a possibilidade de desistência dos vencedores do leilão.

Governos em todo o mundo estão aumentando o uso de leilões como meio de adquirir energia renovável, devido ao seu potencial e por viabilizar uma economia nos gastos de construção de plantas (IRENA, 2013).

Em leilões, um adquirente de energia renovável (Governo ou setor público), anuncia o interesse em comprar uma quantia fixa de eletricidade a partir de fontes renováveis. Os vendedores de energia renovável (Grandes empresas geradoras de energia, médias empresas de geração), desenvolvem projetos que atendem critérios técnicos e financeiros específicos, então enviam os lances de menor preço ao comprar energia renovável, que como o usual, seleciona os vencedores com base nas menores propostas (SHRIMALI, KONDA e FAROOQUEE, 2016).

O mundo experimenta um grande avanço no número de países que utilizam leilões como mecanismo de incentivo a instalação de fontes renováveis de energia. Segundo IRENA (2017), em 2005 apenas 6 países adotavam esse mecanismo cenário esse que se transformou completamente na última década, pois até novembro de 2016 o número de países que legitimaram esse mecanismo foi 67 nações, contabilizando um aumento de pelo menos 11 vezes o número original de nações a abraçar esse meio de promoção de fontes renováveis de energia.

Pablo Del Río (2017), afirma que nos últimos anos os leilões têm adquirido mais espaço no cenário mundial, quando se trata de mecanismos de promoção a fontes renováveis, considerados como uma alternativa útil a outras formas de apoio para fixar a remuneração por energia limpa em todo o mundo.

Cotas com Comercialização de Certificados

Para Darmani; et al (2016), a redução na emissão de gases nocivos, e também, a utilização de energia verdes, ou seja, energia produzida com o uso de fontes renováveis, são necessárias para evitar o uso de combustíveis fósseis e fortes motivações para o uso de certificados verdes. Nesse intuito, para promover a instalação de fontes renováveis de geração de energia, foram criados os certificados verdes. Que se objetiva a reduzir a importação de recursos energéticos primários e estimular o desenvolvimento local e sustentável, criar empregos, reduzir a poluição do

meio ambiente, através da redução de emissão de gases nocivos ao ambiente. (PAVALOIAIA; GEORGESCU, 2015)

De acordo com Pineda e Bock (2016), cotas obrigatórias de comercialização de energia, é um mecanismo eficaz que contribui para redução nas emissões de carbono e incentiva a geração de energia com a utilização de fontes renováveis. Esse mecanismo funciona, de modo que, as empresas devem comprar parte da energia utilizada por elas de fontes de geração renovável de energia, porém a firma não possui capacidade de saber a origem da geração de energia que consome, nesse momento, os certificados verdes, também, conhecidos por cotas de comercialização de energia, entram em cena. Porque, são comercializados por empresas geradoras de energia que empregam fontes renováveis para geração de energia (LIND; ROSEMBERG, 2014).

Sob a perspectiva de Wedizk, Siewierski e Szypowski (2017), o certificado verde é um documento que comprova que a geração de energia por fontes renováveis de geração. Ciarreta, Espinosa e Pizarro-Irizar (2017), acreditam que um elemento importante para implementação de certificados verdes nos mercados de energia é induzir a demanda por certificados. Normalmente, essa demanda é gerada por regulações que atuam como medidas obrigatórias para compra de certificados.

Sob um outro viés, os fabricantes de produtos industrializados enfrentam diversos obstáculos ao comercializar seus produtos e, portanto, precisam ser capazes de atrair os desejos motivacionais dos consumidores para influenciar a decisão de compra, segundo Wang et al. (2016). Nesse ambiente, que o certificado verde tem seu valor de comercialização impulsionado, baseado nos desejos de marketing promocionais dos fabricantes de produtos industrializados.

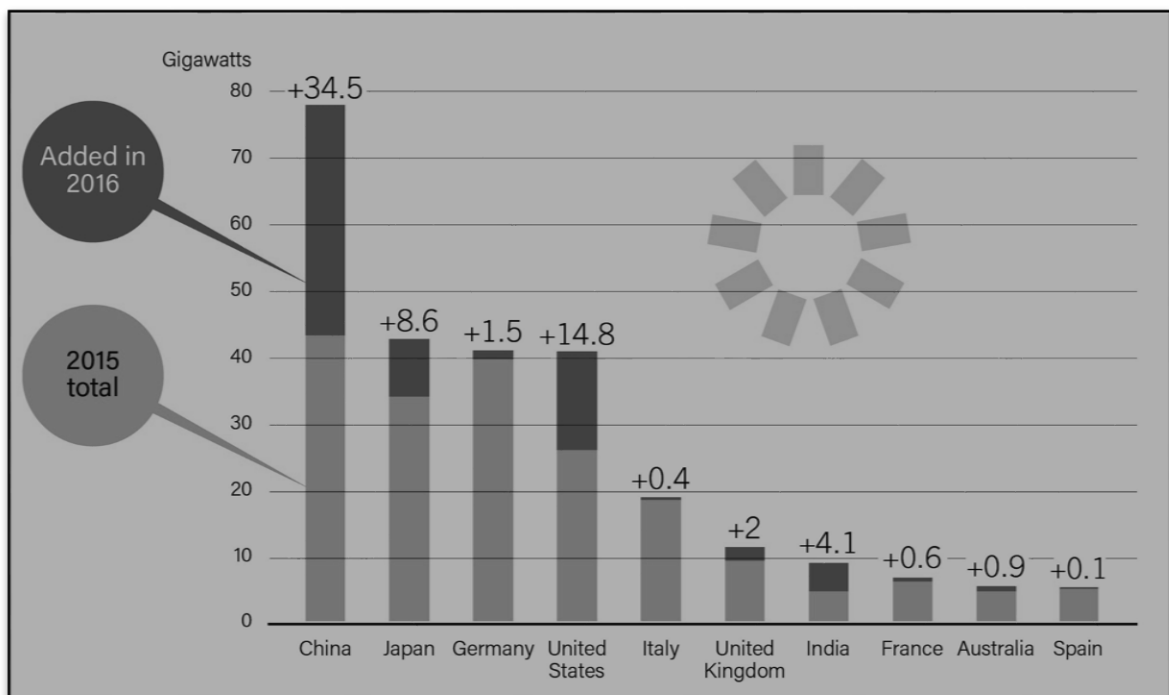
Países Líderes na Geração de Energias Renováveis

Os países líderes na geração de energia fotovoltaica são: China, Japão, Alemanha, Estados Unidos e Itália. Esses países adotaram diferentes estratégias, ou seja, diferentes políticas de incentivo a geração de energia solar, porém como

expressa a imagem 2, eles mantem o contínuo crescimento na capacidade de geração de energia fotovoltaica.

Essa perspectiva pode ser confirmada, quando observada a capacidade acrescida na geração de energia no ano de 2016 que, minimamente, estabelece uma forte relação de como o desenvolvimento de políticas públicas como mecanismos de incentivo a geração solar de energia, podem sustentar o contínuo crescimento no volume de instalações de tecnologias de captação dos raios solares.

Figura 3 – Capacidade Fotovoltaica e adições, 10 países líderes, 2016.



Fonte: Adaptado da REN21, 2016.

A figura 3 apresenta os 10 maiores produtores de energia solar no mundo, contudo, o objetivo deste artigo é apresentar as políticas de incentivo a geração fotovoltaica dos três maiores produtores de energia solar.

China

De acordo com Sahu (2015), em 2007 o governo chinês estabeleceu um plano de desenvolvimento de médio e longo prazo para energia renovável na China, que prevê que o consumo a partir de fontes renováveis aumentaria em 15% até 2020. A criação dessa meta ajuda o governo federal e provinciano a realizar planos integrados de energias renováveis. Devido ao tamanho da economia da China e alta produção de gás carbono, as decisões políticas na República Popular da China terão um efeito significativo sobre as mudanças climáticas, opinião de Qi et al.(2016).

Para o Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos (NREL, 2012), as políticas de promoção ao desenvolvimento de fontes renováveis de geração de energia na China, estão divididas em três categorias. De maneira semelhante ao que é adotado pelo governo dos Estados Unidos, o governo federal chinês estabelece os dois primeiros níveis de políticas públicas. Enquanto, os governos locais determinam o terceiro nível de política a ser adotada. O primeiro nível é responsável por fornecer diretrizes e orientações gerais, e integrar as ações do governo central e as províncias.

O segundo nível é constituído por: especificar metas, objetivos, planos de desenvolvimento, e foco em disponibilização de energia elétrica em áreas rurais com o uso de fontes renováveis de geração. Esse estágio de implementação de políticas públicas, diligenciam em padronizar as direções, pontos focais e objetivos de desenvolvimento de energias sustentáveis sob diferentes pontos de vista, por envolver vários agentes tomadores de decisão.

O terceiro nível é representado por incentivos práticos e específicos e diretrizes gerenciais. Estes descrevem medidas de apoio específicas para desenvolver e usar energia renovável. Essas políticas governamentais de terceiro nível fornecem suporte crucial para ajudar a desenvolver energia renovável em seus estágios iniciais de crescimento. Desde meados da década de 1990, muitas províncias e regiões autônomas da China adotaram políticas para o desenvolvimento de energia renovável, incluindo subsídios e redução de impostos.

Para promover a sustentabilidade do desenvolvimento da indústria fotovoltaica, a NEA introduziu um novo mecanismo de gerenciamento de escala PV e cota

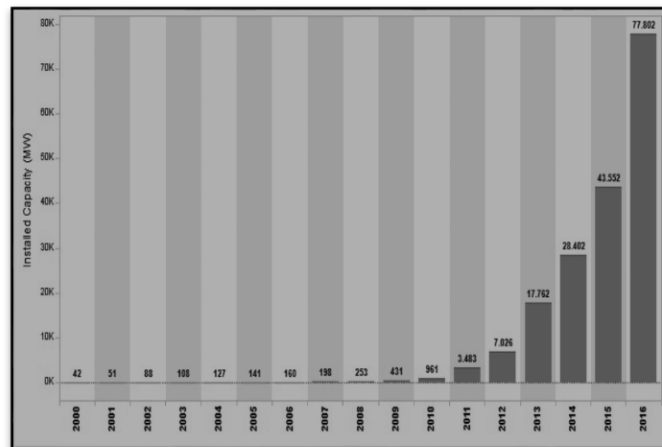
competitiva, atuando no primeiro nível de abrangência, o licitante com preços mais baixos e que atender a outros indicadores, receberá o direito de construir uma usina de energia fotovoltaica, (ZHANG, 2016).

Medida que estimula a construção de grandes plantas de geração fotovoltaica, a fim de promover o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica de forma sustentável, a Administração Nacional de Energia (NEA, 2016). A medida fornece diretrizes sobre gerenciamento de implantação e introduz um novo mecanismo competitivo (Leilões com cotas) para aquisição de grandes projetos de energia solar fotovoltaica. No novo sistema, o licitante com preços mais baixos (e outros indicadores) receberá o direito de construir uma usina de energia fotovoltaica (IEA; IRENA, 2017).

Portanto, a China faz o uso de duas políticas básicas para promoção de energias renováveis, são elas: Feed-in Tariff, com intuito de oferecer subsídios e garantias ao gerador de energia renovável, e os Leilões de energia com cotas, que garantem que uma parcela da energia leiloada será destinada a construção de plantas de geração renováveis. Isso, possui um desdobramento direto para o incentivo de produção de energia fotovoltaica, valendo-se da aplicação de subsídios diretos e de cotas específicas para geração de energia solar, (IEA, 2017).

O resultado da inserção de políticas de incentivo a geração fotovoltaica pode ser evidenciado, facilmente, sob dois aspectos, a visualização da evolução da capacidade instalada na geração de energia solar, e também, se traduz na evolução do número de patentes tecnológicas em energia solar. A figura 4, demonstra a evolução, desde o ano de 2000 até 2016, sobre a contabilização da capacidade de geração de energia fotovoltaica instalada. Apresentando um extraordinário crescimento na capacidade instalada de geração de energia solar, justificando o porquê a China tornou-se a casa da energia solar.

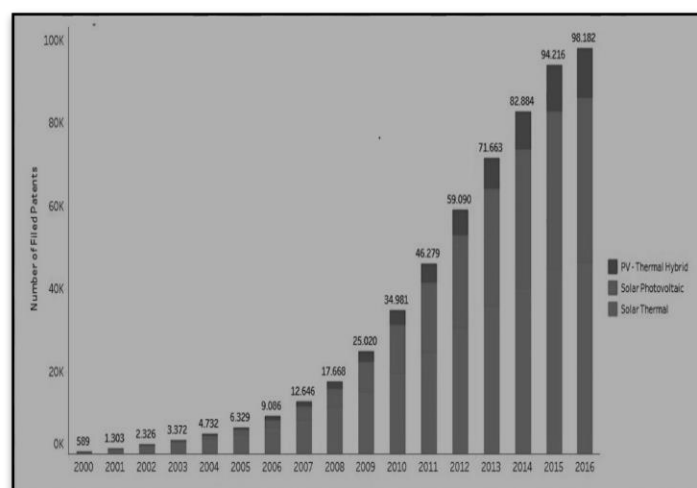
Figura 4 – Evolução na capacidade instalada de energia solar.



Fonte: Adaptado de IEA/IRENA, 2017.

O segundo fator que evidencia o impacto positivo de tais políticas de promoção às energias renováveis, e especialmente, energia solar, é a análise da expansão no número de patentes concedidas para tecnologias ligadas a energia solar em geral. Que expôs um crescimento fantástico ao longo dos últimos 16 anos. O gráfico abaixo expressa o somatório de tipos de patentes em energia fotovoltaica, o estudo em questão aborda todos os tipos de produção de energia fotovoltaica, expressando apenas, como um único conceito para fins de políticas de incentivo a geração e distribuição. Afim de deprender apenas a evolução no número de patentes.

Figura 5 – Evolução no número de patentes em energia solar.



Fonte: Adaptado de IEA/IRENA, 2017.

Japão

Para o Japão, que depende muito da importação de recursos energéticos de outros países, o reforço da segurança energética é considerado um desafio importante. No mercado global de energia, o Japão é um dos grandes consumidores e importadores de energia, ficando em quinto lugar no consumo primário de energia, o terceiro na importação e consumo de petróleo e primeiro nas importações de gás natural líquido (GNL), de acordo com Komiyama e Fujii (2014).

O novo Plano Estratégico de Energia do Japão, a primeira política energética nacional após o Fukushima, foi oficialmente aprovado em abril de 2014 (METI, 2014). O plano discute a visão provável do mix de energia desejada até 2030 e propõe o mix de geração de energia ideal para satisfazer a exigência de energia e equilíbrio em termos de três aspectos: segurança energética, preservação do meio ambiente e eficiência econômica (METI, 2015).

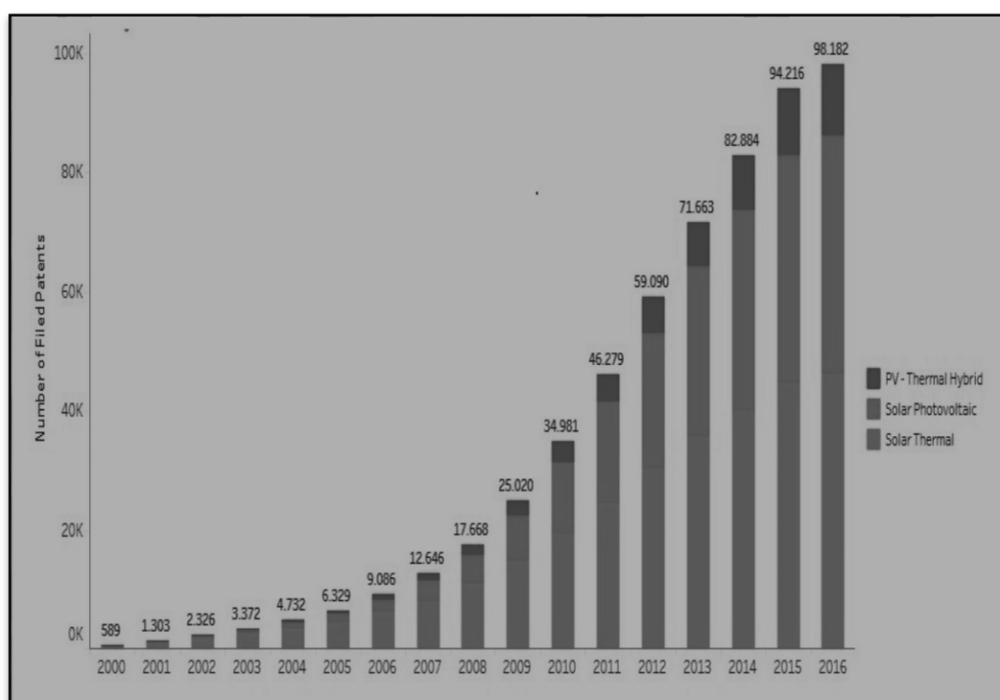
O Japão adota, frequentemente, o mecanismo de Feed-in Tariff, aliado a prêmios por geração de energia limpa, segundo a Agency for Natural Resources and Energy (ANRE, 2017). O governo japonês, através do Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), implementou em julho de 2012 o esquema Feed-in Tariff, substituindo o mecanismo Renewable Portfolio Standards (RPS), e revisando o padrão utilizado para compra de energia fotovoltaica.

As empresas de energia elétrica são obrigadas a comprar eletricidade gerada a partir de fontes de energia renováveis em um contrato de período fixo a um preço fixo. O custo de compra é pago pelos usuários de eletricidade sob a forma de uma sobretaxa igual à escala nacional. E as empresas de energia elétrica pagam uma parte do custo (o valor igual ao custo de geração que eles poderiam evitar pagar comprando eletricidade renovável dos produtores). O preço de compra é reexaminado e publicado em cada ano, (METI, 2016).

Tanaka (2013), reitera que após o incidente de Fukushima o Japão mudou drasticamente as suas políticas energéticas, enfatizando a segurança energética e seu compromisso com a instalação de fontes renováveis, além do aumento na importação de gás natural líquido.

A produção de energia fotovoltaica no Japão, sofreu um expressivo aumento a partir de 2012, impulsionado pela entrada de políticas específicas para promoção de fontes renováveis, fato esse que pode ser visualizado na figura 6, que apresenta a evolução na capacidade instalada a partir de fontes renováveis com início no ano de 2000 até o ano de 2015. A capacidade instalada de energia fotovoltaica no Japão cresceu substancialmente, transcendendo o uso de políticas de incentivo a geração fotovoltaica, o porquê de tal fato pode ser compreendido pela geografia do país e escassez de grandes rios para produção hidrelétrica de energia, além do risco inerente à produção de energia elétrica proveniente de uma fonte nuclear.

Figura 6 – Evolução na capacidade instalada de energia solar no Japão.



Fonte: Adaptado de IEA/IRENA, 2017.

Alemanha

A Alemanha foi a líder e precursora na implementação de fontes renováveis de energia na sua matriz energética nacional (CHAPMAN; ITAOKA, 2017).

Motivada por possíveis mudanças climáticas relacionadas a liberação de gases de efeito estufa na atmosfera, ela assinou o Protocolo de Kyoto, aceitando reduzir em 21% a liberação de gases nocivos a camada atmosférica se comparado com o ano de 1990. Uma das soluções adotadas foi o aumento no uso da energia nuclear, porém, após o incidente de Fukushima, as energias renováveis ganharam mais força no cenário energético alemão, devido a menor probabilidade de grandes incidentes, segundo Laes e Gorissen (2014).

As energias provenientes de fontes limpas de geração, experimentaram um crescimento rápido passando de 3,1% da matriz energética alemã em 1990 para 30% da matriz em 2015 (CHAPMAN; ITAOKA, 2017).

Alemanha utiliza como ferramentas de promoção a energias renováveis: Feed-in Tariff e Leilões com cotas para energias renováveis. Com isso, surgem questionamentos a respeito dos custos de implementação dessas políticas de promoção a energias renováveis, que induzem a errônea conclusão de que o suporte as energias renováveis custariam caro ao governo alemão. Para Pegels e Lutkenhorst (2014), tal afirmação não condiz com a realidade dos fatos, pois o total do custo do subsídio destinado a política de Feed-in Tariff não é maior do que o custo do subsídio destinado a energia elétrica gerada através do uso de carvão e fonte nuclear de geração de energia.

O principal projeto nacional de transição energética (Energiewende), o qual prioriza as fontes de energias renováveis, que foi realizado na Alemanha um dos países mais ambiciosos, quando o assunto é a transição de fontes não renováveis de energia para fontes renováveis de energia (PEGELS; LUTKENHORST, 2014).

A base desse projeto é o mecanismo Feed-in Tariff (FIT) atuando como o elemento central do pacote de políticas na Alemanha e, como tal, merece destaque. A comunidade de políticas energéticas, pontua que existe um acordo generalizado de que o mecanismo FIT em geral, e sua aplicação na Alemanha em particular, provou ser um instrumento de política extremamente eficaz para impulsionar as energias renováveis no mercado nacional de energia (HAAS et al., 2011; HELD et al., 2006; MATSCHOSS, 2013).

Considerações Finais

Este artigo começou por delinear as quatro principais políticas de promoção a energias renováveis para facilitar a compreensão de como funcionam os mecanismos de incentivo a energias limpas. Em especial, a energia solar, afim de, atender os objetivos deste artigo apresentou-se o estado da arte, referente aos países líderes na geração de energia solar.

Indicando que a utilização de mecanismos de incentivo a geração fotovoltaica, atua de forma a acelerar o desenvolvimento de tecnologias e propicia um grande aumento na capacidade instalada de geração fotovoltaica.

E o mecanismo mais usado para promoção de fontes renováveis é o Feed-in Tariff, seguido pelos Leilões com cotas para energias renováveis, e também, são as ferramentas mais usadas pelos três países líderes na produção de energia fotovoltaica.

Portanto, nesse sentido, a China demonstrou aliar o mecanismo de FIT a Leilões com cotas para energias renováveis, para promover o crescimento de fontes renováveis no país, além de conseguir atender a demanda por energia nas diversas regiões do país, com o uso da energia fotovoltaica.

A mensagem de boas práticas que podemos aprender, quando se trata de fontes renováveis de energia, que os países líderes na produção e distribuição energia fotovoltaica expressam: é o uso em paralelo de mais de uma política de incentivo a geração de energia limpa.

A adaptação e utilização dessas políticas no cenário brasileiro demanda uma mudança no modelo energético nacional, que é prioritariamente, baseado no uso de usinas hidrelétricas, que também é uma fonte renovável de energia, porém pode enfrentar momentos de escassez como ocorrido na crise hídrica no ano de 2014, no qual a região sudeste foi a mais afetada. Diante do exposto, a criação de usinas solares em grandes cidades, emerge como resposta de longo prazo para produção de energia limpa, sem impactar negativamente o meio ambiente.

O cenário brasileiro delineado por proporções continentais requer uma setorização no uso de fontes renováveis de energia de acordo com a oferta do recurso energético, exemplos: vento, radiação solar, biocombustíveis entre outros. E políticas

que incentivem a produção desses vários tipos de energia, devem ser baseadas prioritariamente nos modelos: Feed-in Tariff e leilões com cotas para energias renováveis que proporcionam maior segurança ao produtor de energia limpa, mediante a taxas fixas, ou seja, preços fixos e garantia de compra de energia por décadas, fator que inspira maior segurança no investimento na produção e distribuição de energias renováveis, além de prioridade no despacho de energia para regiões muito distantes de grandes usinas hidrelétricas, acarretando num menor custo de transmissão de energia e manutenção de linhas de transmissão.

Como sugestões para novos estudos, apontamos que é possível estudar a viabilidade de implementação de usinas solares em grandes cidades, utilizando como contraponto o custo de instalação, operação e transmissão de energia de uma grande hidrelétrica no território brasileiro. Agradecemos a FAPERJ pelo apoio financeiro.

Referências

ANRE (Agency for Natural Resources and Energy), 2017. **Status of Renewable Sources**. Disponível em: <http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/> Acesso em 16/08/2017.

Aquila, G; et al. An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v 1, 2017.

Bloomberg. Country Profiles: Capacity and Generation. Compare Feed-in Tariffs. **Bloomberg New Energy Finance Database**, v 1, 2016.

Ciarreta, A.; Espinosa, M.; Pizarro-Irizar, C. Optimal regulation of renewable energy: A comparison of Feed-in Tariffs and Tradable Green Certificates in the Spanish electricity system. **Energy Economics**, In press, v 1, 2017.

Chapman, A.J.; Itaoka, K. Energy transition to a future low-carbon energy society in Japan's liberalizing electricity market: Precedents, policies and factors of successful transition. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, In press, v 1, 2017.

Comello, S; Reilchelstein, S. Cost competitiveness of residential solar PV: The impact of net metering restrictions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2017.

Costa, M; Trujillo-Baute, E. Retail Price Effects of Feed-in Tariff Regulation. **Energy Economics**, v 5,2015.

Couture. T.E ;Gagnon.Y. An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment. **Energy Policy**, v 38. 2010.

Crago, C ;Chernyakhovskiy, I. Are policy incentives for solar power effective? Evidence from residential installations in the Northeast. **Journal of Environmental Economics and Management**, v 81, 2017.

Darmani, A.; Rickne, A.; Antonio Hidalgo, A.; Arvidsson, N. When outcomes are the reflection of the analysis criteria: A review of the tradable green certificate assessments. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v 62, 2016.

EU Commission. **The support of electricity from renewable energy sources**. Commission staff working document, SEC, 2008.

Ferreira. A. et al. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v 81, 2017.

Geffert, W.; Strunk, K. Beyond net metering: A model for pricing services provided by and to distributed generation owners.**The Electricity Journal**, v 30, 2017.

Haas, R., Panzer, C., Resch, G., Ragwitz, M., Reece, G., Held, A., 2011. A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. **Renew Sustain. Energy Rev.** v 15, 2011.

Held, A ; Haas, R ; Ragwitz, M. On the success of policy strategies for the promotion of electricity from renewable energy sources in the EU. **Energy Environ.** v 17, 2006.

IEA (Agência Internacional de Energia). **Countries non members**. Disponível em:<<https://www.iea.org/countries/nonmembercountries/chinapeoplesrepublicof/>> Acesso em 24 ago. 2017.

IEA and IRENA. **Joint Policies and Measures Database**. Disponível em:<<https://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>> Acesso em 10/09/2017.

IRENA, **Rethinking Energy 2017**: Accelerating the global energy transformation. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 2017.

Komiyama, R.; Fujii, Y. Assessment of massive integration of photovoltaic system considering rechargeable battery in Japan with high time-resolution optimal power generation mix model. **Energy Policy**, v 66, 2014.

Koumparou. I ; et al. Configuring residential PV net-metering policies – A focus on the Mediterranean region. **Renewable Energy**, v 113, 2017.

Kreiss, J. ; Ehrhart, K. ; Haufe, M. Appropriate design of auctions for renewable energy support – Prequalifications and penalties. *Energy Policy*, v 101, 2017.

Laes, E.;Gorissen, L.;Nevens, F. A comparison of energy transition governance in Germany, The Netherlands and the United Kingdom. *Sustainability*, v 1, 2014.

Lind, A.; Rosenberg, E. How do Various Risk Factors Influence the Green Certificate Market of Norway and Sweden. *Energy Procedia*, v 58, 2014.

Lopez, A.; Roberts, D.;Heimiller, N.; Blair, P. “U.S. **Renewable Energy Technical Potentials**: A GIS-Based Analysis.” 1º Edição. LONDON: EARTHSCAN,2012.

Matschoss,P .The German energy transition. Status, challenges and the Finnish perspective. *FIIA Briefing Paper*, v 128, 2013. Disponível em:<<http://www.fii.fi/en/publication/338/#.Uq-AFPRDu9U>>.Acesso em 10 set. 2017.

Mendonça.M. **Feed-in Tariffs**: Accelerating the Deployment of Renewable Energy. 1º Edição. LONDON: EARTHSCAN, 2012.

METI (Ministry of Economy, Trade and Industry), 2014. **Endorsement Status of Renewable Energy**. Disponível em:<<http://www.meti.go.jp/press/2013/03/20140320004/20140320004-3.pdf>>. Acesso em 18 ago. 2017.

METI (Ministry of Economy, Trade and Industry), 2015. **Current Status of Renewable Energy Installation and the Review on Feed-in-Tariff System**, in Japanese. <http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/020_01_00.pdf>.Acessoem 19 ago. 2017.

METI (Ministry of Economy, Trade and Industry), 2016. **Report of Institutional Reform Subcommittee for Renewable Energy Promotion**, in Japanese. <http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/saisei_kanou/pdf/report_01_01.pdf>.Acessoem 19 ago. 2017.

NEA(National energy administration), 2017. **Report of Renewable Polices**. Disponível em: <http://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201601/t20160114_2096.htm> Acesso em 05 set. 2017.

NREL (**National Renewable Energy Laboratory**) Disponível em <<https://www.nrel.gov/>> Acesso em 28 ago. 2017.

Pablo Del Río. Designing auctions for renewable electricity support. Best practices from around the world. *Energy for Sustainable Development*, v 41, 2017.

Pablo-Romero. M; et al. An overview of feed-in tariffs, premiums and tenders to promote electricityfrom biogas in the EU-28. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v 73, 2017.

Pavaloaia, L.; Georgescu, L.; Georgescu, M. The System of Green Certificates - Promoter of Energy from Renewable Resources. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, v 188, 2015.

Pegels, A.; Lütkenhorst, W. Is Germany's energy transition a case of successful green industrial policy? Contrasting wind and solar PV. *Energy Policy*, v 74, 2014.

Pineda, S.; Bock, A. Renewable-based generation expansion under a green certificate market. *Renewable Energy*, v 91, 2016.

Poullikkas, A. A comparative assessment of net metering and feed in tariff schemes for residential PV systems. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, v 3, 2013.

PSS (**Purchasing Scheme for Solar PV Electricity**). Disponível em <http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/> Acesso em 12 set. 2017.

Qi, T.; et al. An analysis of China's climate policy using the China-in-Global Energy Model. *Economic Modelling*, v 52, 2016.

REN21. **Renawables 2016 Global Status Report**, 2016. Disponível em <http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf> Acesso em 23 jul. 2017.

REN21. **Renawables Global Futures Report: Great debates Towards 100% Renewable energy**, 2017. Disponível em <<http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/03/GFR-Full-Report-2017.pdf>> Acesso em 10 ago. 2017.

RPS (Renewable Portfolio Standards), 2017. **Report Energy Policy**. <<http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/toplink-english.html>> Acesso em 14/08/2017.

Shrimali, G.; Konda, C.; Farooquee, A. Designing renewable energy auctions for India: Managing risks to maximize deployment and cost-effectiveness. *Renewable Energy*, v 97, 2016.

Sahu, B. A study on global solar PV energy developments and policies with special focus on the top ten solar PV power producing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v 43, 2015.

U.S. **Energy Information Administration**. 2015a. "Direct Federal Financial Interventions and Subsidies in Energy in Fiscal Year 2013." Disponível em <https://www.eia.gov/analysis/requests/subsidy/>. Acesso em 03 set. 2017.

Tan. R; Chow. T.L. A comparative study of Feed-in Tariff and Net Metering for UCSI University North Wing Campus with 100kW solar Photovoltaic System. **Energy Procedia**, v 100, 2016.

Tanaka, N. Big Bang in Japan's energy policy. **Energy Strategy Reviews**, v 1, 243 p - 246 p, 2013.

The German Energiewende, Disponível em <<https://book.energytransition.org/>> Acesso em 20 ago. 2017.

Wang, Y.; et al. Green information, green certification and consumer perceptions of remanufactured automobile parts. **Resources, Conservation and Recycling**, v 1 2016.

Wędzik, A.; Siewierski, T.; Szypowski, M. Green certificates market in Poland – The sources of crisis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v 75, 2017.

Zhang, X.; Bai, X . Incentive policies from 2006 to 2016 and new energy vehicle adoption in 2010–2020 in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v 70, 2017.