



Universidade de Brasília

Instituto de Relações Internacionais

Curso de Especialização em Relações Internacionais

Energia solar fotovoltaica: Organização atual do mercado mundial

Artigo apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista
em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília

Nívea dos Santos Bezerra Ribeiro

Orientadora: Profa. Dra. Ana Flávia Platiau

Brasília

2018

RESUMO

O artigo tem como objetivo apresentar, de maneira sintetizada, uma visão do mercado de energia solar fotovoltaica, tendo como base de análise quatro países: Brasil, Estados Unidos, Alemanha e China. Para isso, foram considerados dados gerais de cada Estado, retirados de estudos e rankings do setor produzidos nos últimos anos, avaliando as nações individualmente para simplificação. O trabalho tenta, ainda, mostrar a importância da interação entre os setores público e privado para a transição energética de combustíveis fósseis para matrizes renováveis, como a energia solar.

Palavras-chave: Energia solar; geração fotovoltaica; mercado.

ABSTRACT

The article aims to present, in a summarized manner, a view of the photovoltaic solar market, by analyzing four countries: Brazil, United States, Germany and China. In order to accomplish that, general data of each State have been considered, taken from studies and rankings produced by the energy sector in the last years, examining the nations individually for simplification. The work also tries to show the importance of the interaction between the public and the private sectors to the energetic transition from fossil fuel to renewables, such as solar energy.

Keywords: Solar energy; photovoltaic generation; market.

Visão geral

Diante da crescente preocupação com mudanças climáticas, emissão de gases de efeito estufa e com a dependência da exploração de petróleo e combustíveis fósseis, novas alternativas de geração de energia passam a adquirir importância nas políticas nacionais. A alternativa hídrica é a mais utilizada e a mais razoável economicamente frente a opções mais poluentes, como carvão e os já citados derivados de petróleo. É nesse cenário que desponta a geração fotovoltaica, mais conhecida como energia solar.

Extremamente viável em países com irradiação solar intensa e frequente, como o Brasil, a tecnologia começa a se fortalecer como opção ecológica e segura para a geração energética. A energia solar, ano após ano, tem recebido maiores investimentos em todo o globo, como indica a pesquisa *Global Power Outlook For Solar Power 2017-2021*, realizada pela organização industrial *SolarPower Europe*, antes *European Photovoltaic Industry Association (EPIA)*. Em 2016, indica a organização, foram instalados e conectados 76.6 gigawatts (GW), aumento de 50% em relação a 2015, quando foram instalados 51,2 GW.

Entretanto, os custos envolvidos na captação, feita por meio de placas fotovoltaicas, e em seu armazenamento e distribuição são indicados como razões para a energia solar ainda não ter alcançado o patamar de importância que pode vir a ter nas próximas décadas. Somado a isso, as políticas de incentivo dos Estados, de uma maneira geral, ainda não se mostram coesas o suficiente para motivar a mudança de infraestrutura necessária. O cenário tem começado a se transformar com a criação de baterias para armazenamento mais potentes e baratas, além de queda significativa no valor da produção (e conseqüente crescimento na oferta) dos componentes necessários para a captação fotovoltaica, elementos que sinalizam uma expansão no interesse global sobre a tecnologia e um futuro positivo para o mercado.

O projeto pretende avaliar o mercado que envolve a produção de energia solar, observando dados dos países que mais exportam a tecnologia e também investem em inovação e na implementação da energia fotovoltaica, além de tendências para os próximos anos, que se mostram otimistas, de forma geral. Neste cenário, a China é o grande destaque, como mercado — com crescimento de 128% nas conexões em 2016, chegando a um quarto da capacidade global de geração instalada — e também nas vendas de placas e outros componentes necessários para a geração a outros países. Em 2016, os Estados Unidos foram o segundo maior mercado, segundo a pesquisa da

SolarPower Europe, e destacam-se ainda Japão, Alemanha e Itália. Já o Brasil, apesar do potencial natural e do crescimento da captação solar em 2017, continua na retaguarda do processo, com iniciativas estatais de apoio à matriz energética fotovoltaica ainda tímidas e dependendo, em maior parte, de hidrelétricas para a oferta de energia.

Apesar de falarmos das nações como um bloco único, o que na verdade será analisado são as empresas sediadas nos países mencionados em união ao Estado, não apenas um dos dois. As organizações que compõem a economia, como empresas multinacionais, são fator importante para os debates liberais, que não consideram os Estados únicos (ou principais) atores das Relações Internacionais em um mundo em constante transformação. Em busca de novos mercados, tais empresas funcionam como conexões constantes entre as nações, pontes que superam fronteiras e outras definições geográficas, como defende Khanna (2016), que define as cadeias logísticas (*supply chains*) e a conectividade como os princípios que organizam, de fato, a humanidade no século 21. O desenvolvimento e adesão da matriz energética fotovoltaica se sustentam, desejamos mostrar, no interesse comum do setor privado e do Estado, que precisa agir criando um ambiente econômico e de infraestrutura favorável e seguro, a longo prazo, para a ação das empresas.

Além disso, o projeto deseja trazer informações sobre as políticas de incentivo à utilização da energia solar e como o novo paradigma tem sido implementado nos países que mais a utilizam e dependem dela no total de geração, destacando-se no cenário mundial. Para isso, usaremos rankings de países elaborados por entidades internacionais da área e comparações divulgadas pela mídia especializada.

Para simplificação do projeto, foram eliminados da análise fatores mais complexos, como a interação entre Estados — aqui considerados atores isolados —, a interferência dos negócios chineses em mercados internos, tanto como fornecedora de tecnologia quanto responsável pela construção de infraestrutura (caso vivido pelo Brasil), ou até mesmo possuidora de fatias do mercados energéticos internacionais, e também como a energia é tratada em cada país, se como mercadoria ou assunto de segurança nacional. Também ficaram de fora, por exigirem maior profundidade, elementos como as múltiplas razões que movem os investimentos em energia limpa; qual o suporte da política econômica e externa do Estado para a evolução e

implementação da tecnologia e do comércio relacionado a ela; quais os principais entraves enfrentados e se o interesse individual na produção de energia limpa tem despontado. Todos esses fatores são importantes para uma investigação mais precisa acerca do estado atual das energias limpas, não apenas a solar, e para a elaboração de previsões a longo prazo.

Objeto de estudo

O objeto da pesquisa é o mercado de energia solar global, com análise dos países que se destacam na exportação da tecnologia e na utilização da geração de energia fotovoltaica em seus territórios. A China é o expoente na produção dos componentes, investindo em algo do qual necessita em enormes quantidades atualmente e em formas de garantir segurança energética para o futuro.

Inicialmente, o estudo deve verificar tabelas de agências internacionais e outros rankings produzidos por universidades e pela mídia econômica para identificar quais países (serão consideradas quais empresas e onde estão as sedes), fora a já citada China, possuem produção e interesse crescente na energia solar, e como funciona a dinâmica nacional sob essa ótica. A identificação das nações deve tomar por base a produção em gigawatts e a movimentação econômica em dólares.

A partir dessa listagem, deverá ser feito um recorte do topo, para simplificar a avaliação do contexto dos países que estão na liderança do processo. Na síntese, o artigo pretenderá sistematizar os movimentos do mercado de energia solar na atualidade, organizando alguns pontos em comum e que singularizem os países selecionados para a análise. Com base nos dados e resultados obtidos nesta fase, poderão ser traçadas algumas possíveis perspectivas para o futuro, em que a busca por energias que não dependam de petróleo e outros recursos finitos e poluentes será cada vez mais intensa, e poderá ser tão relevante como os minerais para a delimitação das Relações Internacionais e das esferas de poder e influência.

Dentre as demais questões que o artigo pretende abordar, ou pelo menos delinear um caminho, estão a influência da percepção positiva que traz, a nível internacional, a produção e demais investimentos em energias renováveis e em

métodos de preservar ou reduzir o impacto da economia no meio ambiente — um dos possíveis objetivos da China ao fomentar o processo.

A independência gradual de variações internacionais do valor do petróleo e de possíveis instabilidades política nas áreas de exploração mineral intensa também pode ser um fator importante, e o estudo deve avaliar se tais hipóteses encontram bases nos dados econômico e nas políticas públicas.

Problema de pesquisa

Com a análise de rankings produzidos por agências estatais ou industriais, publicações acadêmicas e midiáticas, este artigo pretende demonstrar como se organiza, no presente momento, a geopolítica da energia solar fotovoltaica no mundo. Neste processo, devemos demonstrar a superioridade chinesa nos aspectos do comércio que envolvem a tecnologia, e também na implementação em seu território, esclarecendo quais as intenções da nação em apoiar a energia alternativa, e também fazer um panorama dos países que estão firmadas como potências no setor e as razões para tal — já que nem sempre são locais com predestinação natural a níveis de incidência solar, seja em intensidade ou duração.

Como hipótese, desejamos ilustrar a importância do Estado neste processo, não apenas a força imprimida pelas empresas no comércio mundial. Os governos participam incentivando o desenvolvimento e a instalação da tecnologia por diversos meios, que também devem ser demonstrados no texto. Apenas a união entre o setor privado e o público é o caminho vislumbrado como possível para a redução do uso de energias fósseis e substituição gradual pelas renováveis.

Mesmo com estímulos estatais e a confiança da indústria do setor, os custos da exploração de energia solar ainda são considerados altos, mas vêm caindo ano a ano. Esse é um ponto que também deve ser tratado neste artigo, já que é crucial para o entendimento do cenário e por que países como o Brasil, que possui muito mais dias de sol que os europeus e alguns asiáticos, ainda não apostaram na alternativa. Algumas dificuldades tecnológicas, como o armazenamento da energia gerada, também pesavam a favor da produção fotovoltaica, realidade que está em transformação com os avanços científicos em baterias de grande porte.

Dentre as energias renováveis, a solar é a que vem se destacando mais rapidamente em inovações tecnológicas, importância nas matrizes energéticas nacionais e dimensão das instalações. No contexto brasileiro, a energia fotovoltaica é vista como saída de desenvolvimento para áreas de regiões mais pobres, como o sertão nordestino, mas considerada mais um recurso promissor e desperdiçado por falta de estrutura dentre outros diversos em abundância no país. No artigo, tentaremos mostrar, de forma resumida, como alguns países que se destacam no setor estão usufruindo da luz do sol.

O mercado como ator

Quando analisaram as chamadas relações transnacionais nos anos 1970, Keohane e Nye (2012) ressaltaram a importância de se pensar nas Relações Internacionais modernas sem considerar o Estado como figura principal. Os fluxos financeiros influenciam o jogo e as ações governamentais, por exemplo, sem precisarem de representação de um Estado ou de relações entre governos. As organizações não governamentais, como as que defendem a preservação do meio ambiente, também passam a ter relevância, portanto, questões que antes não recebiam muita atenção vão ganhando espaço no debate.

Interdependência na política global se refere a situações caracterizadas por efeitos recíprocos entre países ou atores em países diferentes. Esses efeitos frequentemente resultam de transações internacionais — fluxos de dinheiro, bens, pessoas e mensagens através de fronteiras internacionais.¹ KEOHANE; NYE, 2012, p. 9.

A teoria da interdependência complexa, elaborada pelos dois estudiosos, defende a existência de canais transnacionais e transgovernamentais, além do tradicional interestatal, indicado pelos realistas como o mais relevante. Da mesma forma, em oposição aos realistas, a interdependência complexa define que não há dominação dos temas de segurança e estratégia entre Estados nos debates internacionais, e que a força não costuma ser uma “forma apropriada” de se atingir

¹ “Interdependence in world politics refers to situations characterized by reciprocal effects among countries or among actors in different countries. These effects often result from international transactions — flows of money, goods, people, and messages across international boundaries” (Tradução nossa).

objetivos como a proteção ecológica (KEOHANE; NYE, 2012, p. 23). A agenda entre atores pode variar de acordo com a situação, não é estática, não tem hierarquia e não segue mais os critérios de “high e low politics”.

Em adição, firmas multinacionais e bancos afetam tanto relações domésticas quanto as entre Estados. [...] Esses atores são importantes não somente devido às atividades em busca dos próprios interesses, mas também porque funcionam como cintos de transmissão, fazendo com que as políticas governamentais em vários países sejam mais sensíveis umas às outras.² KEOHANE; NYE, 2012, p. 21.

Entram então à cena temas que antes teriam pouco ou nenhum espaço nas Relações Internacionais, como os direitos humanos e o meio ambiente, que costumavam ser vistos como assunto interno a cada Estado, sem interferência de outros países, e até passíveis de sanções internacionais, como são atualmente. Mesmo que o petróleo continue sendo o produto mais importante do mercado internacional, em especial do campo de energia, outras maneiras de suprir a necessidade energética começam a ser valorizadas diante do adensamento da discussão sobre poluição causada por petróleo, carvão e derivados, as chamadas energias limpas.

Além disso, há o fator de dependência permeando tais discussões: o petróleo pode ser um grande fator de instabilidade e dependência de uma nação devido à concentração da produção e venda, e energias alternativas, exploradas de acordo com os recursos naturais mais abundantes ou incidentes em cada localidade, diminuiriam esse problema.

As empresas passam a se utilizar da nova visão positiva que têm os debates sobre o meio ambiente para valorizar seus empreendimentos e ações que utilizem energias limpas, com a rotulagem de “ecológicos” e “verdes”, por exemplo. Entretanto, energias alternativas também possuem impactos naturais e não são, necessariamente, mais éticas que outras formas de exploração: a produção em larga escala dos elementos necessários para a geração de energia, como as placas fotovoltaicas, também depende da emissão de gases e outros resquícios poluentes, além da extração de minerais e uso de grande quantidade de água, e a instalação das placas pode afetar a fauna do local, devido às altas temperaturas. Há alternativas a

² “In addition, multinational firms and banks affect both domestic and interstate relations. [...] These actors are important not only because of their activities in pursuit of their own interests, but also because they act as transmission belts, making government policies in various countries more sensitive to one another” (Tradução nossa).

essas questões, mas a redução dos custos de produção e popularização da tecnologia podem ser um impedimento.

Outro elemento de influência sobre a opinião pública, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) determinou em 2015 que os Estados-membros devem “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos”, delimitando alguns objetivos a serem concluídos nos próximos 13 anos. Segundo a ONU, o foco do objetivo é garantir que a população não somente tenha acesso a energia, mas que elas sejam não poluentes. O ponto 7.a do ODS 7 especifica que os países devem, “até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa”.

De acordo com a perspectiva de Moravcsik (1997), que revisitou o liberalismo clássico, os grupos privados são atores fundamentais do cenário, ao lado dos indivíduos, ambos “com aversão ao risco”, precavidos e racionais. O Estado representaria as vontades dos cidadãos e outros grupos sociais, e funcionaria como campo para a política internacional acontecer, uma “corrente de transmissão”.

Por meio dos Estados, as empresas teriam influência e poderiam modificar políticas públicas. Elas exerceriam uma pressão permanente sobre os primeiros, diz Moravcsik, para que eles optem pelo caminho que as corporações preferem. Temas como saúde, meio ambiente, liberdade, imigração, impostos, direito do consumidor, entre outros, passam a compor o cada vez mais complexo tecido das discussões econômicas internacionais.

O autor acredita em uma influência interna no exterior, entretanto, os Estados sofrem ainda com pressões e constrangimentos uns aos outros. As ligações econômicas não resultariam sempre em convivência pacífica, portanto, pois isso oscilaria de acordo com as relações de interdependência dos Estados envolvidos e dos benefícios gerados por mudanças no cenário. Monopólios e concentração de produção podem ser um fator de instabilidade, gerando embargos, sanções, e outras medidas que interferem na segurança nacional, e os países podem utilizá-los para controlar mercados internacionais.

A importância do Estado

A criação de tecnologias inovadoras exige longos anos de pesquisa, dedicação plena e grandes quantias de dinheiro, em geral, sendo mais do que um momento de iluminação de uma pessoa visionária. O Estado, visto como uma instituição engessada e excessivamente burocrática, é pouco lembrado quando se pensa em inovação, frequentemente atribuída ao empresariado, tido como mais interessado em procurar soluções — seja por conquista de mercado e rentabilidade, seja por dinamismo.

Como indica Mazzucato (2014), os governos estão por trás de grande parte das tecnologias sobre as quais nos apoiamos não somente para expandir pesquisas avançadas, mas ainda as do dia a dia, triviais. A Internet pode ser citada como a principal delas, indispensável para parcela considerável do mundo e definidora do que é a atualidade, mas desenvolvida com fins militares durante a década de 1970 pelo Exército norte-americano. A indústria possui o mérito de adaptar muitas destas tecnologias brutas em artefatos úteis, aprimorá-las com criatividade, considerando a praticidade, as necessidades dos consumidores e, claro, o lucro. Mas, para a autora, é inegável a participação do Estado nos estágios iniciais do desenvolvimento.

Entretanto, o papel dos Estados não é apenas importante na gestação da inovação, defende a economista. Por meio de subsídios, tarifas e outras táticas de proteção de mercado, além de incentivos financeiros diretos em empresas iniciantes com potencial (o papel do chamado investidor-anjo e das aceleradoras), o Estado também se mostra presente na popularização de uma tecnologia e manutenção dos empreendimentos, mantendo a economia aquecida e permitindo que o ciclo de pesquisa e desenvolvimento não se encerre, em um trabalho conjunto.

Na visão da autora, a atuação do Estado pode ser vista de forma clara na análise da implementação de energias limpas no século 21, em especial porque as tecnologias inovadoras do setor, por mais que não sejam de todo novas, já que a energia solar já era debatida há décadas, ainda são vistas como inseguras e precisam do apoio estatal para que o risco inicial seja absorvido e o mercado se sinta mais confiante.

Entender como as empresas transformam os mecanismos de apoio do governo em produtos de baixo custo e alto desempenho por meio do processo de inovação normalmente é o “elo perdido” nas discussões de política energética [...] O apoio do Estado para as energias limpas deve

continuar até que elas superem a vantagem dos custos irrecuperáveis das tecnologias existentes, e em alguns casos esses custos irrecuperáveis levam um século. MAZZUCATO, 2014, p. 137-138.

De forma semelhante, Evans (2004) acredita que estratégias desenvolvimentistas eficientes dependem da permanência do Estado, que também precisa da cooperação com a sociedade para ser um ator corporativo de fato, equilibrando uma burocracia organizada e relações públicas. Evans (2012) lembra ainda a importância das informações para a boa e eficiente atuação do Estado na atualidade, que pode assim entender as necessidades e calcular a melhor forma de despender os recursos públicos, tendo em mente ainda novas exigências ecológicas: “No século XXI, os efeitos ecológicos não podem ser relegados a segundo plano. Felizmente, as consequências ecológicas positivas podem ser contadas entre os possíveis benefícios de uma bem-sucedida construção de estado desenvolvimentista” (p. 14-19).

Diante de um cenário em que a demanda de energia é cada vez maior, assim como a importância da preservação do meio ambiente — e a preocupação com a escassez de petróleo e outros combustíveis fósseis, as chamadas energias alternativas, renováveis ou “verdes” passam a ocupar o centro do debate. Com tecnologias ainda em processo de melhoramento e custos pouco competitivos, as empresas que exportam e instalam os equipamentos necessários para a captação e armazenamento de energia solar (que pode ser fotovoltaica, térmica ou heliotérmica, mas neste artigo é considerada apenas a primeira) e eólica necessitam da mão do Estado para firmar os negócios.

No campo da energia solar, os Estados geralmente participam da proliferação de usinas fotovoltaicas, as mais comuns atualmente, por meio de políticas como a *feed-in-tariff* (FIT), contratos de longo prazo com vantagens implementados em cerca de 75 nações; o *Investment Tax Credit* (ITC), dos Estados Unidos, que permite que pessoas físicas e jurídicas obtenham deduções nos impostos com base nos custos de instalação de placas solares; subsídios; o *Renewable Portfolio Standard* (RPS), em que as companhias são obrigadas a produzir uma parcela da energia por meios renováveis; o *Sistema de Compensação de Energia Elétrica* (ou *net metering*), em que o produtor vende o excesso de energia produzida com placas para o governo — uma das políticas utilizadas no Brasil atualmente; além de investimentos diretos do Estado e outras

medidas, listam Timilsina, Kurdgelashvili e Narbel (2011). Mesmo que o cenário tenha se tornado mais positivo no intervalo entre o ano em que o artigo foi escrito e a atualidade, sem tais instrumentos, as energias renováveis seriam ainda mais incipientes no total de geração mundial: “A continuação do apoio e novos suportes seria necessária por diversas décadas para aumentar o emprego da energia solar em países desenvolvidos e em desenvolvimento”³ (p. 462).

Weiss (2011) menciona os robustos investimentos que o governo norte americano faz em energias alternativas para defender que o Estado “ressurgiu” com esse caráter misto, porém subestimado pela opinião pública. Para ela, o Estado nunca saiu da linha de frente, mas agora sua legitimidade está sendo resgatada e fortalecida. Os Estados Unidos, por exemplo, pregam um Estado pequeno e neoliberal, que não deve interferir, mas isso não confere com a realidade já que o país é composto por instituições que Weiss considera desenvolvimentistas híbridas: financiam pesquisas e inovação, mas mantêm uma imagem “antiestatista”. Segundo a autora, os EUA seriam neoativistas, não neoliberais: “Apesar da visão da economia americana ‘independente do Estado’, suas autoridades federais construíram o mais fantástico sistema de tecnologia de transformação do mundo” (p. 21).

Definição e cenário da tecnologia

A energia solar pode ser gerada de maneiras distintas, sendo as duas mais comuns a por meio de placas fotovoltaicas (PV, na sigla em inglês) e a heliotérmica, também chamada de energia solar térmica concentrada (CSP, na sigla em inglês). A fotovoltaica é a mais conhecida e implementada, em especial para uso residencial. Neste método, são instaladas placas de material semicondutor — em geral feitas de silício cristalino (c-Si) e plástico — em série, formando um painel que transforma a energia emitida pela luz do sol em corrente elétrica. Devido à estrutura adaptável à demanda e ao tamanho do ambiente disponível, esse mecanismo pode suprir com as necessidades energéticas domésticas e também de larga escala. Atualmente, essa

³ “Continuation of existing supports and introduction of new supports would be necessary for several decades to enhance the further deployment of solar energy in both developed and developing countries” (Tradução nossa).

tecnologia domina 95% do mercado, e as placas de silício tem rendimentos de 13% a 17%⁴.

Já a CSP, mais utilizada para produção a níveis industriais, utiliza espelhos dispostos em uma estrutura côncava (semelhante a uma antena parabólica) que refletem a luz para um receptor ao centro. O receptor contém um fluido que é aquecido e movimenta turbinas, gerando assim a eletricidade.

Para simplificação, neste artigo analisaremos apenas a geração por meio de painéis fotovoltaicos, desconsiderando dados e cifras da energia solar térmica concentrada e também de outras formas de exploração da energia solar, como o aquecimento solar de água.

Em consonância com o desenvolvimento e popularização das tecnologias, a pressão aumenta para que os Estados não ignorem os avanços e a viabilidade da implementação de novas formas de se gerar energia. Organizações não governamentais, agências de energia nacionais e internacionais e o setor industrial têm estado atentas e produzido relatórios sobre os desafios e impactos financeiros, ambientais e sociais da energia solar, em tentativa de esclarecimento e mudança de opinião de governantes e administrações. A seguir, traremos dados relevantes de três publicações recentes sobre o tema, com enfoque econômico.

Mercado: custo e instalação

No relatório “Comparing electricity production costs of renewables to fossil and nuclear power plants in G20 countries”, elaborado pelo escritório alemão da organização não governamental (ONG) Greenpeace e publicado em julho de 2017, estipula-se que em 2016 o custo de produção da energia solar caiu 17% mundialmente. Em cerca de metade dos países do G20, desde 2015, energias renováveis (nesta análise, solar fotovoltaica e eólica) já são mais baratas ou possuem custo semelhante à produção de eletricidade por meio de carvão ou energia nuclear. No máximo, até 2030, tais energias devem ser as mais vantajosas economicamente para todos as nações do grupo, e a fotovoltaica ainda mais barata que a eólica em países com maior incidência

⁴ Dados disponíveis em “Energia Solar no Brasil e Mundo Ano de referência - 2016”, do Ministério de Minas e Energia do Brasil.

solar. Além disso, o preço de baterias também tem caído, possibilitando o armazenamento da energia produzida e a flexibilização da produção, independentemente de condições climáticas, ponto fraco das energias renováveis.

Portanto, defende a ONG, dizer que energias renováveis ainda são caras demais é repetir um mito. Além disso, a população tende a priorizar produtos e serviços produzidos por empresas que estão reduzindo ou eliminando a utilização de combustíveis fósseis, indica o texto.

A associação industrial SolarPower Europe, antes conhecida como European Photovoltaic Industry Association (EPIA), é formada por membros da cadeia produtiva de energia solar. Em análise prévia do setor em 2017, a organização estima que no ano passado a Europa instalou, no mínimo, 8,61 GW, número 28% maior que o de 2016 (6,72 GW), com forte desempenho da Turquia (1.79 GW) e da Alemanha (1,75 GW). Segundo a estimativa, podem ser criados mais de 120 mil empregos no setor no continente europeu caso as autoridades aumentem a meta de consumo de energias renováveis de 27% para 35%, defende a associação.

Em 2017, a SolarPower Europe publicou o relatório “Global Market Outlook 2017-2021”, uma análise de mercado mundial do setor feita em colaboração com a China Photovoltaic Industry Association. O ano de 2016, indica o texto, foi um marco: a capacidade global da modalidade energética chegou a 306,5 GW, frente a 200 GW no fim de 2015. A China liderou esse processo, responsável por 34,5 GW no ano, com aumento de 128% em relação a 2015, seguida pelos Estados Unidos (14,8 GW) e pelo Japão (8.6 GW). Para 2017, previu o relatório, a tendência global era positiva, com aumento estimado em 8%, 387 GW, em um cenário mediano — crescimento esse que depende majoritariamente dos esforços chineses.

Para 2018, ainda no cenário mediano, a previsão é que a capacidade global instalada supere 400 GW e 700 GW em 2021. Apesar das perspectivas otimistas, com base na queda de preços da instalação e armazenamento da energia fotovoltaica, a associação alerta para a necessidade de políticas econômicas de Estado que garantam a proliferação da tecnologia.

Apesar dos custos da energia solar continuarem a cair rapidamente, [...] um crescimento sustentável só pode ocorrer com um ambiente de políticas estável. [...] Com os três países no topo da geração responsáveis por mais de

75% da demanda global em 2016, é necessário apenas um grande mercado cometer um erro de política para desmantelar todo o setor solar.⁵ (p. 16)

Dentre os entraves que o mercado enfrenta atualmente, lista o relatório, estão a dependência em relação à China, aos Estados Unidos e ao Japão, que utilizam incentivos tradicionais como a feed-in-tariff (FIT), o Investment Tax Credit (ITC) e o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (net metering). Devido à grande participação no mercado, caso alguma dessas nações encerre o mecanismo de subsídio, todo o sistema global de energia solar estaria em risco. A governança é um elemento fundamental para uma transição energética suave, conclui a SolarPower Europe.

Financiado pelo governo da Alemanha, o estudo “Global Trends in Renewable Energy Investment 2017”, da Frankfurt School of Finance & Management e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), mostra dados semelhantes aos anteriores listados: em 2016, pela primeira vez, a energia solar atraiu mais investimentos que todas as outras formas de geração (p. 12), devido ao financiamento barato em diversos países e também à melhora na eficiência dos equipamentos. No caso de células fotovoltaicas de silício cristalino, a eficiência subiu de 17,5% em 2010 para 19,8% em 2015. Em seguida, vieram as energias eólica; de carvão; de gás; hidrelétrica; nuclear e de biomassa (p. 32).

O mais importante, de acordo com os estudiosos, foi a redução de custos por megawatt (MW). Apenas em 2016, exemplificam, o custo por megawatt de células fotovoltaicas de silício cristalino caiu 13% (US\$ 1,2 milhão por MW) (p. 17). A energia solar também foi beneficiada pelo excesso de oferta dos componentes, o que levou os industriais de toda a cadeia envolvida a venderem os estoques a preços mais competitivos. Entretanto, lembram, as mudanças no cenário são mais lentas quando se trata de energias renováveis, em especial as que dependem do clima, ao contrário de carvão, gás, biomassa e nuclear (p. 32).

Excluindo grandes hidrelétricas, as energias renováveis foram responsáveis por 11,3% da geração de energia mundial em 2016. Segundo o estudo, isso representou menos 1,7 gigaton de gás carbônico liberado na atmosfera: “De forma clara, o

⁵ “Despite solar power costs continuing to go down rapidly, [...] sustainable growth can only take place with a stable policy environment. [...] With the top 3 solar countries responsible for over 75% of global demand in 2016, it needs only one major market making the wrong policy decisions to disrupt the entire solar sector” (Tradução nossa).

problema global com as emissões seria significativamente maior se essas ferramentas de energia verde não tivessem sido construídas”⁶ (p. 33).

Projeções e expectativas

Os elaboradores de “Comparing electricity production costs of renewables to fossil and nuclear power plants in G20 countries”, da Greenpeace Alemanha, ressaltam a importância das mudanças exigidas pelo Acordo de Paris no sistema energético mundial, com responsabilidade especial dos países do grupo. Firmado em 2015, durante a Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas, o acordo impõe ações para redução da emissão de gases de efeito estufa e para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais até 2020. Para isso, cada um dos países que ratificaram devem construir suas metas e esforços locais, as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, na sigla em inglês), já que não houve previsão de medidas específicas pelo acordo. Entre as recomendações gerais do documento, há a garantia da promoção do “acesso universal à energia sustentável em países em desenvolvimento, particularmente na África, por meio da implantação reforçada das energias renováveis”⁷.

As principais sugestões então dadas no relatório aos países do G20 são a aceleração do fim de subsídios a combustíveis fósseis; a mudança de investimentos em infraestrutura relacionada e também a reforma dos mercados de energia, para que haja incorporação de ações de energias renováveis e de tecnologias de armazenamento e mobilidade. Tais mudanças, defende o texto, não trarão apenas benefícios ao meio ambiente e à saúde da população, mas desenvolvimento econômico e integração mundial, sendo a opção mais lógica sob todas as perspectivas.

De forma semelhante, o conselheiro executivo da SolarPower Europe, Michael Schmelaas, acredita que as expectativas são otimistas para a União Europeia porque os países estão tentando cumprir as metas do Acordo de Paris⁸:

⁶ “In plain speak, the world’s problem with emissions would be significantly worse if these green power assets had not been built” (Tradução nossa).

⁷ Disponível em <https://nacoesunidas.org/acordodeparis>.

⁸ Entrevista disponível no release “European Solar Market Grows 28% in 2017”, publicada em 9 de fevereiro de 2018 em <http://www.solarpowereurope.org/media/press-releases>.

“Estamos esperando um forte crescimento nos próximos anos, já que diversos membros da UE estão optando pela solar para atingir os objetivos nacionais de energias renováveis até 2020. Isso faz sentido, uma vez que a energia solar é a mais popular dentre cidadãos da UE, devido ao baixo custo, versatilidade e segurança”⁹.

Por fim, segundo o estudo “Global Trends in Renewable Energy Investment 2017”, da Frankfurt School of Finance & Management e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), uma outra aposta do setor para o fortalecimento da energia fotovoltaica é nos sistemas pequenos, instalados nos telhados das casas para suprimento de demandas domésticas de eletricidade. No Brasil, o método utilizado para os cidadãos que produzem energia desta forma é o de compensação (ou net metering), em que é possível distribuir o excesso produzido para a companhia de eletricidade local, segundo as definições da Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Nos últimos cinco anos, indica o texto, foram vendidos mais de 24 milhões de unidades de produtos ligados a este tipo de geração, como sistemas de luzes e carregadores de celular. A instalação doméstica desponta como opção especialmente para países onde há déficit na oferta de energia, como Paquistão, Nigéria, Bangladesh e outros da África e da América.

Mercado da tecnologia

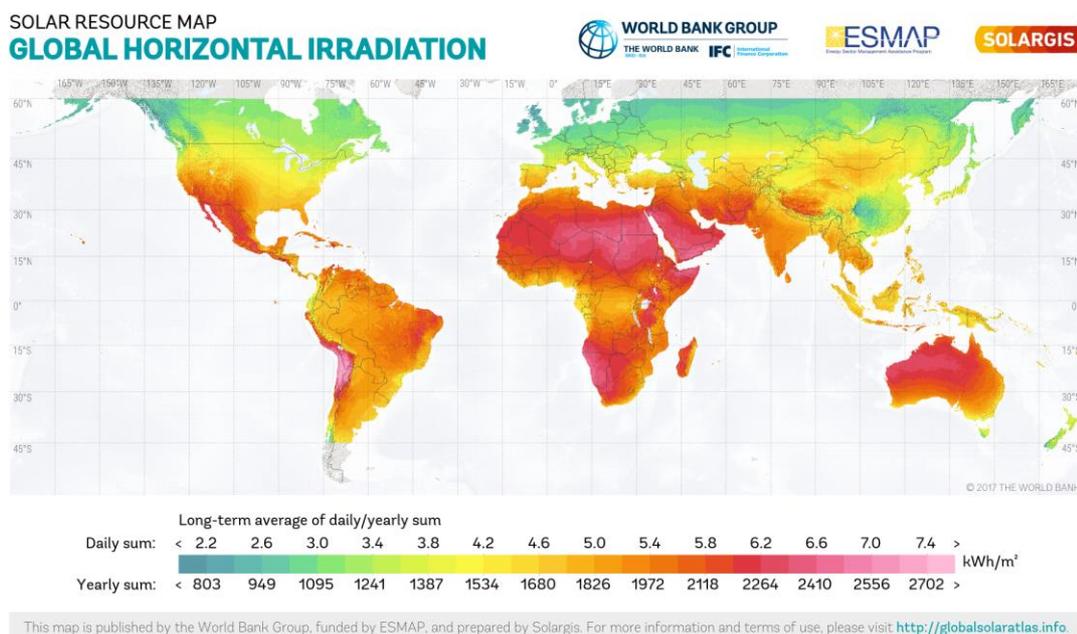
O mercado da energia solar é dominado por alguns países, já citados anteriormente. China, Estados Unidos, União Europeia (com ênfase especial à Alemanha), Japão e Índia são os que realizam maiores investimentos de maneira consistente e também concentram as expectativas das organizações de meio ambiente

⁹ “We are expecting strong growth in the coming years as several EU member states are choosing solar to meet their national binding 2020 renewables targets. This makes perfect sense as solar is the most popular energy source among EU citizens, due to its low-cost, versatility and reliability” (Tradução nossa).

e industriais na transição para uma energia limpa. Entretanto, as nações na liderança da implementação de energia solar não são, na maioria dos casos, as com maior vocação natural para a utilização da luz do sol.

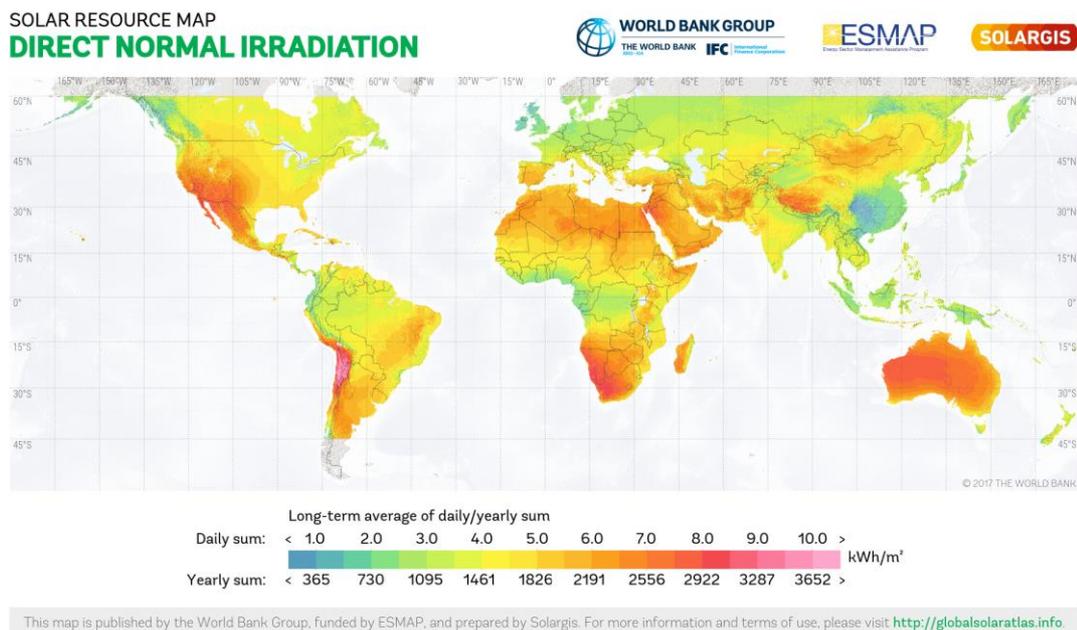
Segundo a publicação “Energia Solar no Brasil e Mundo: Ano de referência - 2016” do Ministério de Minas e Energia do Brasil, em 2016, os países com maior potência eram China, Estados Unidos, Japão, Alemanha e Itália. Já em relação ao potencial a ser explorado, destacam-se a Austrália, regiões norte e sul da África, Oriente Médio, algumas partes da Ásia Central e da Índia. Na América, o sudoeste dos Estados Unidos, o México, o Chile e o Peru. Tais regiões registram, por ano, 3.000 kWh/m².

Em mapas produzidos pelo Banco Mundial em 2016, disponibilizados no portal Global Solar Atlas¹⁰, é possível visualizar os dados de maneira mais eficiente. As ilustrações a seguir indicam a irradiação relevante para a produção de energia.



Irradiação horizontal global

¹⁰ Disponível em <http://globalsolaratlas.info>.



Irradiação direta normal

As motivações, portanto, são mais que a intensidade e disponibilidade do recurso, mas há muitas diferenças internas em como a energia é tratada pelo governo. Pretendemos, neste tópico, analisar de maneira concisa alguns fatores que levaram cada nação a apostar na energia fotovoltaica e o fluxo de investimento nos últimos anos. Para simplificação, escolhemos para este estudo o Brasil, por ter um grande potencial natural mas, por enquanto, mal utilizado, e servir de base comparativa; a China, por ser o líder atualmente não apenas na produção de tecnologia, mas também na instalação; os Estados Unidos, por virem em segundo lugar no quesito capacidade total instalada — mas com um cenário incerto atualmente — e, por fim, a Alemanha, por já ter sido durante anos o país com maior destaque na energia fotovoltaica, com um projeto de transição energético bem definido, mesmo com condições naturais menos favoráveis. As nações selecionadas têm, em comum, ferramentas estatais para o fortalecimento da tecnologia, como tarifas e subsídios, mas trilham caminhos distintos para atingir objetivos relacionados à matriz energética e à preservação do meio ambiente, fora as metas para a economia e a produção industrial.

Brasil

O Brasil, como pode ser observado nos mapas acima, tem um grande potencial ainda não aproveitado para geração de energia solar, que correspondia menos de 1% na matriz energética nacional em 2016, segundo o Balanço Energético Nacional 2017 do MME. A região Nordeste, em especial, apresenta os maiores valores de irradiação global — maior média e menor variabilidade — durante o ano, em relação às outras regiões do país. Segundo o relatório do Ministério de Minas e Energia, a irradiação média anual brasileira varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m²/ano — a Europa, por exemplo, possui em maior parte do território capacidade de até 1.000 kWh/m²/ano. Em outubro de 2017, havia cerca de 15,7 mil instalações fotovoltaicas (438,3 MW), entre comerciais, residenciais, industriais e rurais. Os estados que lideram o processo são Bahia, Minas Gerais e Piauí.

Uma característica da geração de energia no Brasil é que ela já é majoritariamente renovável (hidrelétrica). De acordo com o estudo “Comparing electricity production costs of renewables to fossil and nuclear power plants in G20 countries”, do Greenpeace, mencionado no tópico anterior, o país já é um líder da energia renovável (85% do total), com potencial para geração hidrelétrica, de biomassa e eólica. A organização aposta que em 2030 a produção de energia solar em larga escala pode ser a mais barata, e que também haverá oportunidades para os “prosumers”, mistura de produtor e consumidor, como os cidadãos que repassam o excesso de produção para a rede elétrica da cidade (p. 9).

Para incentivar a geração solar, fora a já mencionada Compensação de Energia Elétrica (ou net metering), o governo federal tem investido, ainda de forma tímida, em leilões para contratação de plantas fotovoltaicas (R\$ 396 milhões entre 2014 e 2016); descontos e isenção de tributos, como no caso do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) — importante ressaltar que petróleo e minerais também são isentos — e também do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) para mercadorias relacionadas às energias solar e eólica até 2021; além da concessão de financiamento a taxas menores para geração de energia solar em hospitais e escolas públicas por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2026), a capacidade deve ser de 13 GW em 2026.

De acordo com nota publicada em janeiro de 2018 pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), 2017 foi um bom ano para a energia solar no Brasil: além da instalação das estruturas contratadas nos leilões em 2014 e 2015, um outro leilão contratou mais 574 MW em dezembro, levando o país a superar 1 GW de capacidade. Fica explícita, portanto, a dependência do incentivo estatal para o desenvolvimento da energia solar no país.

China

Em 2016, a China ultrapassou as metas de geração fotovoltaica que havia definido para o ano de 2020, garante a Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês)¹¹. O país vem se posicionando, ano após ano, como líder disparado no investimento em energias renováveis no globo, e é a aposta das organizações do setor para definir o ritmo de consolidação da tecnologia — em especial diante do atual posicionamento norte-americano. Apenas em 2017, o país instalou 54 GW, estipula a Bloomberg New Energy Finance, número maior que a capacidade total instalada dos Estados Unidos ao fim do ano — já a capacidade total instalada em território chinês é estimada em 130 GW¹². Algumas das maiores usinas solares do mundo são chinesas, como o Tengger Desert Solar Park, com capacidade de 1500 MW, e outros empreendimentos de grande porte estão sendo construídos, como o Longyangxia Solar Park, com área equivalente à região administrativa de Macau. Paralelamente, a China continua a ser o maior poluidor do mundo.

Ainda segundo a IEA, a China representa metade da demanda mundial de energia solar, enquanto as empresas chinesas possuem 60% da capacidade de produção de células fotovoltaicas. Portanto, o impacto do país no mercado, seja na oferta e na demanda, atinge o mundo todo.

A escalada para o topo foi motivada por incentivos governamentais. Em 2007, a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reformas da China (NDRC, na sigla em inglês) determinou que, até 2020, o país deveria produzir 1.800 MW por geração

¹¹ Publicação interativa disponível em <https://www.iea.org/publications/renewables2017>, publicada em 4 de outubro de 2017.

¹² Dados do “2017 electric power industry summary statistics”, do China Energy Portal, publicados em 22 de janeiro de 2018.

fotovoltaica¹³, meta modesta quando se avalia os resultados do país nos últimos anos. O objetivo foi redefinido e atingido com tranquilidade algumas vezes nesse intervalo, e agora foi reajustado para 213 GW até 2020.

Além da segurança energética para a demanda da indústria e da enorme população chinesa, a proteção ao meio ambiente é outra razão mencionada pelo programa chinês de 2007: “As políticas energéticas da China dão prioridade à redução e reabilitação do dano ambiental e poluição resultantes do desenvolvimento e utilização da energia”¹⁴ (p. 8). O carvão era a principal fonte de energia do país, que ainda luta com os efeitos da poluição e os impactos negativos na saúde dos habitantes. Inicialmente, a estratégia utilizada pelo governo para incentivar as energias renováveis era a feed-in-tariff (FIT), mas a tarifa tem sido substituída por um sistema de cotas¹⁵.

Além das condições físicas da população, o posto de país que mais emite gás carbônico no mundo também prejudica a forma como ele é visto na comunidade internacional. Com os Estados Unidos indo no sentido oposto neste momento, a China tem se comprometido a seguir as determinações do Acordo de Paris, do qual é signatária, tentando passar uma nova imagem ao mundo.

Como as empresas chinesas são as maiores produtoras de componentes fotovoltaicos do mundo, dominando mais da metade do mercado, a recém-adquirida responsabilidade chinesa com o meio ambiente também traz vantagens econômicas. As chinesas Trina Solar China, JA Solar e Jinko Solar estão entre as cinco maiores empresas do ramo¹⁶. Portanto, a estratégia chinesa não tem apenas um foco, mas, na verdade, faz parte de um projeto para o futuro e consolidação do país como potência global.

Estados Unidos

¹³ Informação retirada do artigo “China solar set to be 5 times 2020 target-researcher” da Reuters, de Rujun Shen e Jacqueline Wong, publicado em 5 de maio de 2009.

¹⁴ “China’s energy policies give priority to the reduction and rehabilitation of environmental damage and pollution resulting from energy development and utilization” (Tradução nossa).

¹⁵ Publicação interativa disponível em <https://www.iea.org/publications/renewables2017>, publicada em 4 de outubro de 2017.

¹⁶ Informação retirada do estudo “China 2017 Review World’s Second-Biggest Economy Continues to Drive Global Trends in Energy Investment”, do Institute for Energy Economics and Financial Analysis, publicada em janeiro de 2018, p. 14.

Um dos maiores produtores de energia solar do mundo, os Estados Unidos instalaram, em 2017, mais de 10,6 GW de energia solar, chegando a 53,3 GW de capacidade total instalada, suficiente para fornecer eletricidade a 10,1 milhões de residências, indica o relatório U.S. Solar Market Insight da Solar Energy Industries Association (SEIA). Apesar de expressivo diante da realidade brasileira, o número é 30% menor que o de 2016, pondera o estudo.

Apesar de serem o segundo mercado de renováveis que mais cresce no mundo, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês), o futuro dos Estados Unidos são uma incógnita para o setor com a eleição de Donald Trump como presidente. Desde a campanha presidencial, em 2016, Trump sinalizou apoio à decadente produção de carvão do país e prometeu a criação de empregos a mineiros com o slogan “Trump digs coal”, em movimento contrário ao da administração prévia. Segundo o governo norte-americano, até junho de 2017, foram criados cerca de 50 mil empregos no setor carvoeiro — número considerado exagerado pelo fact-checking do jornal The Washington Post¹⁷, que estimou apenas 1 mil novos postos no mesmo período.

Além do apoio integral à produção de carvão e energia atômica, outra política será prejudicial à produção de energia solar nos Estados Unidos. Em 22 de janeiro deste ano, em mais uma medida protecionista, o presidente autorizou a cobrança de uma tarifa de 30% sobre equipamentos importados de geração fotovoltaica durante os próximos quatro anos, demanda das empresas nacionais Suniva and SolarWorld Americas. Atualmente, cerca de 95% dos módulos fotovoltaicos no país são importados, em grande parte de países asiáticos como Malásia (36%) e Coreia do Sul (21%), de acordo com dados da Bloomberg¹⁸.

Por esses motivos, o projeto energético da administração atual é considerado preocupante para os países signatários do Acordo de Paris (dos quais os Estados Unidos já não fazem parte) e organizações relacionadas ao meio ambiente, aumentando as dúvidas em relação ao futuro das energias limpas.

¹⁷ Informação retirada do artigo “Fact-checking the Trump administration’s claims on ‘saving’ coal country”, de Nicole Lewis, publicado em 16 de janeiro de 2018.

¹⁸ Informação retirada do artigo “Trump’s Tariffs on Solar Mark Biggest Blow to Renewables Yet”, de Brian Eckhouse, Ari Natter e Chris Martin, publicado em 22 de janeiro de 2018.

Alemanha

Líder mundial no uso de energia solar até ser ultrapassada pela China em 2015, a geração fotovoltaica representa 20% da produção renovável da Alemanha, que atingiu 188 bilhões de kWh em 2016, e 5,9% da produção total¹⁹, portanto, o país segue entre as nações da Europa e do mundo que mais apostam na transição de energia, ou *Energiewende*, como a chamam. Em 2016, a capacidade total instalada chegou a 40,7 GW, e a tendência segue positiva, já que os investimentos em renováveis bateram recordes no ano passado, crescendo 20% a mais que em 2016²⁰.

A política alemã de transição, lançada entre 2010 e 2011, teve origem em movimentos antinucleares da década de 1970, e tem como objetivos combater a mudança do clima e reduzir a emissão de gás carbônico, substituir a produção de energia nuclear, aumentar a segurança energética e, ao mesmo tempo, assegurar o crescimento industrial, explica a organização Agora Energiewende na publicação “The Energiewende in a nutshell”: “A Energiewende alemã é uma estratégia energética e climática de longo termo baseada em energia renovável em desenvolvimento e em eficiência energética crescente”²¹ (p. 4).

Ousada, a política colocou a Alemanha no topo da utilização de renováveis e a tornou referência mundial, mas causou alguns problemas de insuficiência de oferta de energia devido ao clima do país e à opção por desativar progressivamente usinas nucleares. Consequentemente, isso levou ao uso de carvão mineral e ligeiro aumento da emissão de gases poluentes nos últimos anos, mesmo em um cenário de quedas por décadas seguidas²². A Agora Energiewende argumenta, porém, que os níveis de poluição por gás carbônico estão menores que em 2010, ano de estabelecimento da política, e que o aumento na emissão de gases de efeito estufa se deve principalmente à indústria, transportes e calefação: “a forte competitividade do carvão teve um efeito

¹⁹ Dados retirados da publicação “Development of Renewable Energy Sources in Germany 2016”, do Ministério Federal de Relações Econômicas e Energia da Alemanha, publicado em dezembro de 2017.

²⁰ Dados retirados da reportagem “Renewable energy booming in Germany”, da Deutsche Welle, publicada em 3 de janeiro de 2018.

²¹ “The German Energiewende is a long-term energy and climate strategy that is based on developing renewable energy and improving energy efficiency” (Tradução nossa).

²² Informação disponível no artigo “Germany Runs Up Against the Limits of Renewables”, de Richard Martin, do MIT Technology Review, publicado em 24 de maio de 2016.

negativo nas emissões gerais de CO₂ alemãs. Para atingir os objetivos climáticos, a Alemanha precisa acabar, gradualmente, com a energia a carvão”²³ (p. 15).

Conclusão

Com o artigo, de forma resumida, tentamos mostrar como se organiza, atualmente, o mercado de energia solar fotovoltaica, mediante a análise de dados, relatórios e notícias sobre os países selecionados para o recorte e também sobre o contexto global. Além disso, utilizamos material acadêmico que desse sustentação à teoria, em especial, sobre a função do Estado nas mudanças no setor energético e a interação entre governos e indústria. O objetivo foi mostrar, por meio dos números, que é necessária uma integração entre os dois agentes, com um planejamento bem definido daquilo que é desejado para o sistema energético nacional, e não uma privatização total ou completa delegação ao governo. É importante ressaltar que cada país teve trajetórias distintas na adoção da tecnologia, e tentamos aqui sintetizar alguns poucos pontos em comum entre eles, retirando do escopo da análise questões como a

²³ “The strong competitiveness of coal power has had a negative impact on Germany’s overall CO₂ emissions. In order to meet its climate targets, Germany needs to gradually phase-out coal power” (Tradução nossa).

interação e a interferência entre os países, razões para a adoção de energias renováveis, entre outras questões internas e externas.

As macrotendências observadas no presente estudo conduzem à conclusão que o mercado solar tem um prospecto otimista não apenas nos países mencionados, mas nações como Índia e Arábia Saudita também terão papel de destaque, já que fazem atualmente grandes investimentos no setor e não foram avaliados para cumprir com as exigências do artigo. Além de locais favorecidos pela natureza, com intensa incidência solar, a necessidade de uma transição energética tem ficado cada vez mais clara para as outras nações, devido à dependência de recursos minerais finitos, à demanda acelerada por energia para o desenvolvimento econômico e também devido ao meio ambiente, cuja importância tem se fortalecido nos debates da sociedade e da comunidade internacional.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Perguntas e Respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/2012. Brasília: Aneel, 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/FAQ+-V3_20170524/ab9ec474-7dfd-c98c-6753-267852784d86>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília: Aneel, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>.

AGORA ENERGIEWENDE. The Energiewende in a nutshell. Berlin: Agora Energiewende, 2017. Disponível em: <https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Energiewende_in_a_nutshell/Agora_The_Energiewende_in_a_nutshell_WEB.pdf>.

BATISTELLA, Dario. Teorias das Relações Internacionais. São Paulo: Senac, 2014.

BLOOMBERG NEWS. China on Pace for Record Solar-Power Installations. Bloomberg, 2017. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-11-20/china-on-pace-for-record-solar-installations-as-forecasts-jump>>.

CHINA ENERGY PORTAL. 2017 electric power industry summary statistics. China Energy Portal, 2018. Disponível em: <<https://chinaenergyportal.org/en/2017-electric-power-industry-summary-statistics/>>.

ECKHOUSE, Brian; MARTIN, Chris; NATTER, Ari. Bloomberg, 2018. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/trump-taxes-solar-imports-in-biggest-blow-to-clean-energy-yet>>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2017: Relatório Síntese Ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf>.

EVANS, Peter. Estados. In: Autonomia e parceria. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2004, p. 75-109.

EVANS, Peter. Constructing the 21st century Developmental State: Potentialities and Pitfalls. In Viana A. L. d'Á., Ibanez N. e Bousquat, A. Saúde, desenvolvimento, ciência, tecnologia e inovação. São Paulo: Hucitec, 2012.

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY. Development of Renewable Energy Sources in Germany 2016. BMWi, 2017. Disponível em: <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/development-of-renewable-energy-sources-in-germany-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=13>.

FRANKFURT SCHOOL OF FINANCE & MANAGEMENT; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Global Trends in Renewable Energy Investment 2017. Frankfurt: Federal Republic of Germany, 2017. Disponível em: <<http://fs->

unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsrenewableenergyinvestment2017.pdf>.

FRIEDRICH, Johannes; GE, Mengpin; PICKENS, Andrew. This Interactive Chart Explains World's Top 10 Emitters, and How They've Changed. World Resources Institute, 2017. Disponível em: <<http://www.wri.org/blog/2017/04/interactive-chart-explains-worlds-top-10-emitters-and-how-theyve-changed>>.

GREENPEACE GERMANY. Comparing electricity production costs of renewables to fossil and nuclear power plants in G20 countries. Hamburgo: Greenpeace, 2017. Disponível em: <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20170705_greenpeace_studie_comparing_electricity_costs_engl.pdf>.

INFORMATION OFFICE OF THE STATE COUNCIL OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. China's Energy Conditions and Policies. China, 2007. Disponível em: <<http://en.ndrc.gov.cn/policyrelease/200712/P020071227502260511798.pdf>>.

INSTITUTE FOR ENERGY ECONOMICS AND FINANCIAL ANALYSIS. China 2017 Review: World's Second-Biggest Economy Continues to Drive Global Trends in Energy Investment. Cleveland: IEEFA, 2018. Disponível em: <<http://ieefa.org/wp-content/uploads/2018/01/China-Review-2017.pdf>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Renewables Information: Overview. Paris: IEA, 2017. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/RenewablesInformation2017Overview.pdf>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Renewables 2017. IEA, 2017. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/renewables2017/>>.

JATOBÁ, Daniel; LESSA, Antônio Carlos (org.); OLIVEIRA, Henrique A. de (org.). Teoria das Relações Internacionais - Coleção Temas Essenciais Em R.I., São Paulo: Saraiva, 2013.

JELINNEK, Jörg. Renewable energy booming in Germany. Deutsche Welle, 2018. Disponível em: <<http://www.dw.com/en/renewable-energy-booming-in-germany/av-42012706>>.

KEOHANE, Robert; NYE, Joseph. Power and Interdependence revisited. International Organization, v. 41, n. 4, págs. 725-753, The MIT Press, 1987.

KHANNA, Parag. Connectography: Mapping the Future of Global Civilization. Londres: W&N, 2016.

LEWIS, Nicole. Fact-checking the Trump administration's claims on 'saving' coal country. The Washington Post, 2018. Disponível em:
<https://www.washingtonpost.com/news/fact-checker/wp/2018/01/16/fact-checking-the-trump-administrations-claims-on-saving-coal-country/?utm_term=.279fa8647f31>.

MARTIN, Richard. Germany Runs Up Against the Limits of Renewables. MIT Technology Review, 2016. Disponível em:
<<https://www.technologyreview.com/s/601514/germany-runs-up-against-the-limits-of-renewables/>>.

MAZZUCATO, Mariana. O Estado empreendedor dos Estados Unidos. In: O Estado empreendedor. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MAZZUCATO, Mariana. Revolução verde puxada pelo Estado. Jornal Valor Econômico, p. A 13. São Paulo, 22 de março de 2016. Disponível em:
<<http://www.bresserpereira.org.br/terceiros/2016/marco/16.03-Revolucao-Verde.pdf>>.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Energia Solar no Brasil e Mundo: Ano de referência - 2016. Brasília: MME, 2017. Disponível em:
<<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c;jsessionid=41E8065CA95D1FABA7C8B26BB66878C9.srv154>>.

MORAVCSIK, Andrew. Taking Preferences Seriously: A Liberal Theory of International Politics. International Organization, v. 51, n. 4, págs. 513-549, The MIT Press, 1997.

MYLLYVIRTA, Lauri; YAN, Jing. China has already surpassed its 2020 solar target. Unearthed Greenpeace, 2017. Disponível em:
<<https://unearthed.greenpeace.org/2017/08/25/china-raises-solar-power-target>>.

NASCIMENTO, Rodrigo. Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas. Brasília: Câmara dos Deputados, 2017. Disponível em:

<http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1>.

NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION ON RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT. Guidelines for the implementation of the “Thirteenth Five-Year Plan”. China, 2017. Disponível em:

<http://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201707/t20170728_2835.htm>.

PLUMER, Brad; SWANSON, Ana. Trump’s Solar Tariffs Are Clouding the Industry’s Future. The New York Times, 2018. Disponível em:

<<https://www.nytimes.com/2018/01/23/us/politics/trump-solar-tariffs.html>>.

QURESHI, Waseem. Large Scale Solar – PV & CSP. Middle East Solar Industry Association, 2017. Disponível em: <<https://www.thebig5solar.ae/media/3204/large-scale-solar-pv-csp.pdf>>.

REUTERS. Brasil ultrapassa 1 GW em usinas solares em operação, diz associação do setor. Reuters, 2018. Disponível em:

<<https://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKBN1EX23D-OBRBS>>.

ROCHA, Camila. As dificuldades para a expansão da energia solar no Brasil. Nexo Jornal, 2018. Disponível em:

<<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/01/10/As-dificuldades-para-a-expans%C3%A3o-da-energia-solar-no-Brasil>>.

SHEN, Rujun; WONG, Jacqueline. China solar set to be 5 times 2020 target-researcher. Reuters, 2009. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/china-solar-idAFPEK12384620090505>>.

SOLAR ENERGY INDUSTRIES ASSOCIATION. Solar Market Insight Report 2017 Year in Review. Boston: SEIA, 2018. Disponível em:

<<https://www.seia.org/us-solar-market-insight>>.

SOLARPOWER EUROPE. European Solar Market Grows 28% in 2017. SolarPower Europe, 2018. Disponível em:

<http://www.solarpowereurope.org/fileadmin/user_upload/documents/Media/090218_press_release_European_Solar_Market_Grows_28_in_2017.pdf>.

STROM-REPORT. Germany: Solar Power Factsheet 2016. Strom-Report, 2016. Disponível em: <<https://1-stromvergleich.com/solar-power-germany/>>.
TIMILSINA, Govinda. KURDGELASHVILI, Lado. NARBEL, Partick. Solar energy: Markets, economics and policies. In Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol 16. Elsevier, 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Global Greenhouse Gas Emissions Data. EPA, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>>.

WALKER, Tamsin. What happens with German renewables in the dead of winter?. Deutsche Welle, 2017. Disponível em: <<http://www.dw.com/en/what-happens-with-german-renewables-in-the-dead-of-winter/a-37462540>>.

WEISS, Linda. A volta do Estado: aprendendo com os BIC? O Estado de transformação: volta, renovação ou redescoberta? Rio de Janeiro: Desenvolvimento em debate, v. 2, n1, p. 9-31, jan-abr. 2011.

WORLD ENERGY COUNCIL. World Energy Resources Solar 2016. Londres: WEF, 2016. Disponível em: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Solar_2016.pdf>.

XINHUA. China's PV power capacity to hit 150 gigawatts by 2020. Xinhua, 2015. Disponível em: <http://www.xinhuanet.com/english/2015-10/13/c_134710495.htm>.

YE, Josh. China's world-beating solar farm is almost as big as Macau, Nasa satellite images reveal. South China Morning Post, 2017. Disponível em: <<http://www.scmp.com/news/china/society/article/2073747/powerful-images-worlds-largest-solar-energy-farms-are-china>>.