



ENERGIA SOLAR NO BRASIL: histórico e planejamento energético

Lena Ayano Shimomaebara¹
Drielli Peyerl²

Resumo

Este estudo analisa como as leis e políticas públicas nacionais, no período de 1970 a 2019, influenciaram a inserção da energia solar no Brasil, junto a projeções baseadas no Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (PDE 2029). Utiliza o método *Policy Cycle* para avaliar os resultados das políticas públicas identificadas no período histórico. Verifica que ainda existem diversos gargalos a serem identificados e superados para a consolidação nacional da energia solar. A principal limitação desta pesquisa concentra-se na impossibilidade de apresentar um cenário completo do sistema político, dada a metodologia adotada. Como resultado, para aproveitar o potencial de expansão da energia solar no Brasil, fomentado pelo PDE 2029, requer-se o aprimoramento constante das barreiras identificadas e do planejamento energético nacional discutidos neste trabalho.

Palavras-chave: Energia solar. Políticas públicas. Brasil.

SOLAR ENERGY IN BRAZIL: historical and energy planning

Abstract

This study analyzes how national laws and public policies, in the period from 1970 to 2019, influenced the insertion of solar energy in Brazil, along with projections based on the Decennial Energy Expansion Plan 2029 (PDE 2029). The Policy Cycle method was used to evaluate the results of public policies identified in the historical period. It was found that there are still several bottlenecks to be identified and overcome for the national consolidation of solar energy. The main limitation of this research focuses on the impossibility of presenting a complete picture of the political system, given the methodology adopted. The results show that constant improvement of the identified barriers and national energy planning discussed in this study are required to take advantage of the potential for expanding solar energy in Brazil, fostered by the Decennial Energy Expansion Plan 2029.

Keywords: Solar energy. Public policies. Brazil.

Artigo recebido em: 27/03/2021 Aprovado em: 30/11/2021
DOI: <http://dx.doi.org/10.18764/2178-2865.v25n2p854-869>

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da SHELL Brasil, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e da Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) através do Research Centre for Gas Innovation - RCGI (FAPESP Proc. 2014/50279-4 e 2020/15230-5), sediado na Universidade de São Paulo, e a importância estratégica do apoio dado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil). Drielli Peyerl agradece o apoio financeiro do Processo de subvenção 2017/18208-8 e 2018/26388-9 da FAPESP.

¹ Graduação em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). E-mail: lena.shimomaebara@usp.br

² Graduação em Geografia e História pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre em Gestão do Território pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Pesquisadora (FAPESP) no Instituto de Energia e Ambiente, e do Research Centre for Gas Innovation, Universidade de São Paulo. E-mail: dpeyerl@usp.br

1 INTRODUÇÃO

O Brasil assinou, em 12 de setembro de 2016, o processo de ratificação do Acordo de Paris, comprometendo-se em “aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18%”, assim como “restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas” e “alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética até 2030” (BRASIL, 2016, p. 3).

Dado isso, considerou-se a energia solar como uma alternativa, cujo potencial de produção no Brasil é elevado, uma vez que a insolação recebida é significativamente maior do que a incidida em países cuja implementação dessa fonte energética já se encontra relativamente avançada, como no caso da Alemanha, China e Estados Unidos (INPE, 2017). Ressalta-se ainda que, a fonte solar, dentre as demais alternativas renováveis, possui benefícios da localização geográfica brasileira e “também dispõe da matéria prima essencial para produção do silício utilizado na fabricação das células fotovoltaicas”, no contexto da geração de energia elétrica (ABINEE, 2012 *apud* SILVA, 2016, p. 71). Destaca-se também o fato de que o país adotou isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para a energia solar (CONVÊNIO ICMS 42/18, 2018).

Verifica-se, ainda, que mesmo com o enorme potencial de geração fotovoltaica, somada à gradativa redução de custos dos equipamentos necessários nos últimos anos – sendo isto um dos principais fatores que impulsiona a adoção da energia solar –, a quantidade desta energia produzida ainda permanece na margem de 0,5% na matriz elétrica brasileira (EPE, 2019). Salienta-se que, mesmo com a redução dos preços dos materiais, a energia solar ainda continua com o valor superior ao da energia elétrica convencional (TIMILSINA *et al*, 2012; DANTAS; POMPERMAYER, 2018).

Logo, percebe-se que não bastam somente condições ambientais propícias, como a disponibilidade de recursos naturais, por exemplo, para concretizar o processo de transição energética em larga escala, ou seja, dos combustíveis fósseis para as fontes renováveis. Mas, essencialmente, requer-se interesse político que resulte na implementação de políticas públicas que formalizem as ações determinadas (MONTEIRO; SILVEIRA, 2018).

Desse modo, o objetivo deste artigo é analisar como as leis e políticas públicas nacionais, no período de 1970 a 2019, influenciaram a inserção da energia solar no Brasil, junto a projeções futuras baseadas no Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (PDE 2029). A principal ideia de publicação de planos como esse, é de apresentar as perspectivas dos próximos dez anos para o setor, contribuindo para o planejamento energético com base no aumento de confiabilidade, redução de custos de produção e redução de impactos ambientais (PDE, 2020). Logo, analisá-lo com base no

contexto histórico e em perspectivas, permite compreender os caminhos percorridos pelo governo federal em relação a uma maior participação da energia solar na matriz energética.

2 MÉTODO

Por meio dos métodos qualitativo e descritivo realizou-se um levantamento a partir de fontes primárias e secundárias, as quais responderam cada uma das etapas do conceito *Policy Cycle* (criação, elaboração e avaliação de políticas públicas).

Assim, seguiu-se com a seguinte estrutura, baseada em Araújo e Rodrigues (2017):

Definição do problema e agendamento: apresentação dos programas e políticas públicas nacionais (1970- 2019) e do contexto da demanda por energia solar como inerente a um problema político; **2)**

Formulação e implementação das medidas de política e legitimação da decisão: apresentação das sugestões e alternativas de solução política frente à questão da energia solar, além da importância do entendimento do contexto histórico para a implementação das políticas públicas e programas apresentados e **3) Avaliação e mudança:** apresentação dos efeitos e impactos dos programas e políticas públicas apresentados, bem como a sua distância em relação aos objetivos e metas estabelecidos para a identificação de ações de melhoria contínua do processo político.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Definição do problema e agendamento

Apesar de as abordagens sobre a energia solar no âmbito político nacional terem tido início, ainda que incipiente, na década de 1970 (MARANHÃO; MATEOS, 2012), ressalta-se que houve outras formas de incentivo anteriores, tais como as atividades de pesquisa acadêmica na área, ainda na década de 1950. Destaca-se, inclusive, a realização do I Simpósio Brasileiro de Energia Solar, em 1958, promovido pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (DHERE *et al*, 2000).

De acordo com o periódico *Correio da Manhã* (RJ) de 1958, o químico e geógrafo brasileiro Sílvio Fróis de Abreu (1902-1972), então presidente do Conselho Nacional de Tecnologia, explicou durante o simpósio a relevância da energia solar no Brasil como uma oportunidade de reduzir a dependência de fontes fósseis, bem como de beneficiar o suprimento energético em áreas áridas no país, consideradas mais isoladas.

Posteriormente, na década de 1970, ressalta-se que um dos principais incentivos ao uso da energia solar no Brasil, inicialmente, teve o intuito de auxiliar na redução da demanda por petróleo

durante a I Crise do Petróleo (1973) (MACHADO, 2018). Em 1979 fundou-se a FoneMat, na cidade de São Paulo, sendo a primeira fábrica de módulos fotovoltaicos no país, que os produzia a partir de células fotovoltaicas importadas da Solarex, primeira empresa do mundo, fundada nos Estados Unidos, a produzir painéis solares (TOLMASQUIM, 2003).

Ressalta-se que, o petróleo e a lenha correspondiam a 78% do consumo de energia nacional na década de 1970, sendo assim o incentivo às fontes renováveis ainda bastante incipiente. Isto devido à perspectiva de um mercado global preocupado com o aproveitamento de fontes de energia de baixo custo e baixo impacto ambiental (TOLMASQUIM, 2007). As primeiras instalações de sistemas fotovoltaicos no país ocorreram na década de 1980, voltadas ao abastecimento de áreas rurais, sendo fabricadas pela Heliodinâmica, - indústria brasileira do sistema Telebras -, cujos produtos (módulos fotovoltaicos que convertem energia solar em eletricidade) eram reconhecidos internacionalmente (FRAIDENRAICH, 2005).

Apesar dessa expansão industrial nacional, entre 1986 e 1994 ocorreu “uma redução significativa do financiamento na área. Esse cenário levou à extinção de diversos grupos de pesquisa em energia solar, os quais se forçaram a reorientar sua linha de estudos” (DHERE *et al*, 2000). Isto porque, ultrapassada a pior fase da crise do petróleo, ocorreu a redução dos preços e a consequente despreocupação quanto à prática das políticas implantadas anteriormente, promovendo, assim, seu quase abandono. Logo, significativa parte dos esforços realizados até então, não apenas para a energia solar, mas para o setor de energias renováveis em geral, passou a receber menos destaque, comprometendo o avanço quanto ao seu aproveitamento.

Durante a primeira década do século XXI, apresentaram-se esforços mais visíveis em prol da implementação da energia solar no Brasil, sendo perceptíveis as ações governamentais vinculadas ao tema. É nesse período, inclusive, que se verifica um salto na expansão de geração fotovoltaica no país. Alguns dos principais motivadores foram os acordos internacionais referentes às questões ambientais e mudanças climáticas, tais como o Protocolo de Kyoto (1997) e a Conferência das Partes (COP) (desde 1995). Quanto à atuação política nacional, tem-se a criação do PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas), em 2002, e da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), em 2004 (RIBEIRO, 2010).

Durante o período de 2011 a 2019, é possível visualizar um crescimento no interesse pela energia solar, inclusive impulsionado pelas premissas do desenvolvimento sustentável e da segurança energética no país (SÃO PAULO, 2018b). Além disso, ressalta-se a significativa redução dos preços dos painéis fotovoltaicos e como isso também passa a direcionar a formulação das políticas públicas e o comportamento dos consumidores, ao longo do tempo.

Em contexto nacional, um dos principais motivos dessa redução está na facilidade de acesso ao crédito, que oferece parcelas longas e taxas baixas para o financiamento de energia solar (MARTINS, 2015; MONTEIRO; SILVEIRA, 2018). Em termos práticos, é essa redução nos preços que contribuiria para a expansão da energia solar no setor elétrico, tornando-a assim mais competitiva frente às demais fontes energéticas utilizadas (DANTAS; POMPERMAYER, 2018). Todavia, as tecnologias de fontes renováveis ainda precisam competir com os combustíveis fósseis que, ao longo do tempo, desenvolveram-se de forma mais eficiente, a custos baixos, além de apresentarem apoio tanto político quanto social (LAMARCA JUNIOR, 2012).

De modo geral, de 1970 a 2019, as principais questões que impulsionaram politicamente o aproveitamento da energia solar, como fonte para gerar eletricidade, foram: **a)** Crise do petróleo, dado que a “política energética brasileira [...] tentou principalmente reduzir a dependência do país por fontes energéticas estrangeiras e estimulou o desenvolvimento de fontes energéticas locais” (GELLER *et al*, 2004, p. 169); **b)** Redução do custo da tecnologia fotovoltaica; **c)** Crescente discussão sobre mudanças climáticas, **d)** Busca pela diversificação e segurança da matriz energética e; **e)** Fomento ao desenvolvimento sustentável.

Os pontos acima mencionados incentivaram não só o cumprimento de acordos ambientais internacionais, como também mudanças práticas na forma de direcionar o setor energético, sendo benéfico ao país, tanto política quanto economicamente.

3. 2 Formulação e implementação das medidas de política e legitimação da decisão

No total, identificaram-se nove políticas públicas nacionais resultantes do processo histórico descrito anteriormente, sendo elas: II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) de 1974, Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM) de 1994, Convênio nº 101 do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) de 1997, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) de 2002, Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) de 2009, Resolução Normativa (REN) nº 482/2012, REN nº 687/2015, Convênio ICMS nº 16/2015 e Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica (PRONASOLAR) de 2018. Destaca-se que há outras políticas públicas a nível federal além das mencionadas anteriormente, porém, abordaram-se as políticas públicas as quais tiveram maior repercussão quanto ao fomento da energia solar em cada década.

Inicialmente, no âmbito do II PND, a sua elaboração e implementação foram de responsabilidade do governo Geisel (1974-1978), no contexto da Ditadura Militar brasileira. Por ser um período marcado pelo fim do Milagre Econômico (1968-1973), junto inclusive da crise do petróleo,

vários países buscavam reorganizar sua economia por meio da recessão. Todavia, é devido a este cenário que o II PND recebeu diversas críticas, já que seu intuito era aumentar a capacidade energética nacional, bem como a produção de insumos básicos, acelerando, assim, a economia por meio de projetos de grande porte, que não seriam condizentes à época (FONSECA; MONTEIRO, 2018).

Contudo, vale ressaltar que o II PND “alentava a possibilidade de manter o crescimento e, ao mesmo tempo, contribuía para propiciar um clima favorável às mudanças políticas pretendidas, consubstanciadas no projeto de distensão política” (FONSECA; MONTEIRO, 2018, p. 25), considerando assim o contexto econômico tanto nacional quanto internacional em sua elaboração. Desse modo, percebeu-se que a crise, então vigente, era duradoura e estrutural e que, portanto, era necessário redirecionar a industrialização brasileira, incluindo a mudança na matriz energética, o que favoreceu para o tema da energia solar ser abordado na época.

O PRODEEM protagonizou uma proposta relevante no âmbito do acesso à energia elétrica em áreas rurais e isoladas, sendo o Ministério de Minas e Energia (MME) ator relevante no seu processo de implementação, a partir da atuação do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (DNDE). A principal motivação para o uso de energia solar e outras fontes alternativas para seu avanço foi, por um lado, o resultado de uma política de geração energética centralizada que impossibilitou o alcance do serviço a áreas mais periféricas e rurais do país. Por outro, o subsídio para o uso de fontes convencionais de energia, tais como o petróleo, o álcool, o gás liquefeito, a gasolina, dentre outras, coibiu a produção e o aproveitamento de fontes de energia locais e que poderiam ser competitivas, contribuindo, assim, para o desenvolvimento regional autossustentado (MARTINS, 2015).

O Convênio nº 101 do CONFAZ trouxe a isenção do ICMS sobre equipamentos de geração fotovoltaica e eólica, viabilizando, dessa forma, maior incentivo para a sua comercialização, demonstrando o interesse do governo federal em facilitar a inclusão de fontes de energia alternativas, tais como a energia solar, influenciando também a atuação dos estados, que passam a adotar tais práticas (SILVA, 2015).

Posteriormente, pode-se dizer que o PROINFA foi um marco relevante para favorecer a implementação de fontes renováveis em geral, no país. As principais motivações vinculadas a sua implementação foram a necessidade da diversificação da matriz energética, de modo a aumentar a segurança para o abastecimento, bem como do aproveitamento das características regionais e locais para viabilizar a criação de mão de obra.

A Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC), por sua vez, foi resultado tanto das discussões realizadas para o Acordo de Copenhague, em 2009, como na Conferência das Partes

(COP 16), em Cancun, ao final do ano de 2010, as quais resultaram em “um marco legal para a regulação das ações de mitigação e adaptação no país” (MOTTA *et al*, 2011, p. 31).

Ainda, tanto a Resolução Normativa nº 482/2012 quanto a sua alteração em 2015, aprimoraram o aproveitamento da modalidade de Geração Distribuída (GD) no país, foram resultado da atuação do MME por meio da ANEEL. A partir da tendência mundial em optar por adotar essa forma de produzir energia, considerou-se, de modo geral, o aumento significativo da demanda energética, a pressão internacional frente à necessidade da transição para uma economia de baixo carbono, bem como os altos custos para a transmissão de energia (MARTINS, 2015).

Posteriormente, o Convênio ICMS 16/2015 viabilizou a expansão da GD no país, uma vez que, até então, uma das barreiras era justamente a incidência tributária de ICMS sobre toda a energia consumida e não somente a quantidade líquida. Logo, por meio do Convênio, houve a possibilidade de legalizar a isenção do ICMS para as operações referentes a diversos equipamentos utilizados para a geração de energia elétrica por células fotovoltaicas (NERY, 2019).

O projeto de Lei (PL) nº 10.370/2018, referente ao PRONASOLAR, teve como intuito atuar “como uma política transversal de desenvolvimento setorial”, inclusive com a “redução de custos com energia elétrica da população beneficiária de projetos de habitação popular” relacionados ao uso da energia solar” (BRASIL, 2018, p. 1).

A partir do exposto, nota-se que houve um avanço positivo quanto à implementação das políticas públicas nacionais no setor de energia solar. Isto porque, saiu-se de um período em que o incentivo a essa fonte era ainda pouco abrangente e com maior foco em pesquisa acadêmica, para um contexto de fomento a fontes renováveis que viabilizaram o uso efetivo da energia solar para a geração de eletricidade. Ainda, soma-se a isso o aumento notório da preocupação ambiental na pauta política global que acabou, também, estimulando as decisões brasileiras.

3. 3 Avaliação dos programas e políticas públicas nacionais de energia solar

Por meio da análise e explanação quanto à implementação das políticas públicas abordadas no tópico anterior, identificaram-se as contribuições, insuficiências e a continuidade de cada política abordada. Primeiramente, tratando-se do II PND, um dos principais problemas identificados e que dificultaram o seu cumprimento foi o conturbado cenário econômico internacional da época. Ainda, soma-se o fato de ter sido uma estratégia ampla, que abarcava todos os setores energéticos deficientes do país e apresentava metas ousadas para o contexto vigente.

Desse modo, apesar do interesse político em buscar alternativas para reduzir a dependência por petróleo, no então período de crise, questões vinculadas à crescente dívida externa e

à perda de autonomia para promover políticas econômicas tornaram o plano pouco produtivo, longo prazo. Logo, não foi possível desenvolver expressivamente o setor de energia solar, já que também não era o assunto de maior relevância no período, uma vez que o setor de energia nuclear, as hidrelétricas e o Proálcool tinham maior prioridade no plano estratégico de energia (MARANHÃO; MATEOS, 2012; ANEEL, 2003).

Posteriormente, na década de 1990, notaram-se resultados significativos provenientes do PRODEEM. Esta constatação pode ser observada por meio da instalação de mais de 7.500 sistemas fotovoltaicos em todo o país, entre 1994 e 2002, tendo o programa se expandido para todos os estados brasileiros (ANEEL, 2003). Apesar desse avanço, o mesmo enfrentou um conjunto de desafios, principalmente devido ao “descontrole patrimonial, a baixa integração com outros programas públicos, o reduzido envolvimento das comunidades beneficiadas e a baixa participação da tecnologia e da indústria nacional” (HASHIMURA, 2012, p. 71).

Em 2005, o PRODEEM foi incorporado ao Programa Luz Para Todos, estabelecido pelo Decreto Federal nº 4873/2003. A partir disso, definiu-se que os sistemas fotovoltaicos, já instalados, passariam a ser responsabilidade das concessionárias de energia elétrica de cada estado, sendo mantidas somente se o seu custo de uso fosse menor do que o conectado à rede elétrica (MME, 2017). Após o PRODEEM, o Convênio nº 101 do CONFAZ possibilitou a isenção do ICMS sobre equipamentos de geração fotovoltaica e eólica, viabilizando, dessa forma, maior incentivo para a sua comercialização.

Nos anos seguintes, o Convênio foi sendo atualizado de modo a ampliar a isenção do ICMS para uma maior gama de equipamentos, inclusive os vinculados à energia solar. Em 1997, o texto abrangia tanto aquecedores de água quanto módulos fotovoltaicos e seus acessórios (CONFAZ, 1997), mas, posteriormente, na última retificação definida pelo Convênio ICMS nº 93/01, foram incluídos outros itens: bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP; aquecedores solares de água; gerador fotovoltaico de potência não superior a 750W; gerador fotovoltaico de potência superior a 750W mas não superior a 75Kw; gerador fotovoltaico de potência superior a 75kW mas não superior a 375kW; gerador fotovoltaico de potência superior a 375Kw; células solares não montadas e células solares em módulos ou painéis (CONFAZ, 2001).

O PROINFA proporcionou o início da expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil, uma vez que responsabilizou as distribuidoras a universalizarem o acesso à energia elétrica (BRASIL, 2002; MARANHÃO; MATEOS, 2012). Contudo, o PROINFA não foi tão significativo para o desenvolvimento do setor de energia solar, uma vez que acabou abrangendo (em sua primeira fase), na prática, somente fontes de energia alternativa cuja tecnologia de geração já estava mais

avançada e capacitada a atingir o consumo em larga escala, como a eólica, as pequenas centrais hidrelétricas e a biomassa. Assim, pelo fato principalmente de a energia solar fotovoltaica vincular-se a sistemas de pequeno porte e não poder ser integrada ao Sistema Interligado Nacional, não foram realizados empreendimentos para o seu setor (EPE, 2007).

Quanto às consequências da PNMC, percebe-se que, dada à complexidade das suas propostas, houve uma dificuldade evidente de articular uma governança capaz de coordenar a política. Assim, consoante a avaliação da Comissão de Meio Ambiente (CMA) do Senado Federal (2019), verifica-se que:

[...] os arranjos formais e informais com base nos quais vem sendo implementada a PNMC não propiciam clareza de responsabilidades dos seus agentes, além de não favorecerem a fluidez de informações para a tomada de decisões. Além disso, constata-se a inexistência de sistemas adequados de monitoramento e de avaliação da política e das iniciativas a ela associadas, bem como de canal institucional de diálogo com diversos segmentos da sociedade, como a sociedade civil, o setor privado e os entes da federação (CMA, 2019, p. 106).

Desse modo, tratando-se do setor de energia solar, nota-se que sua expansão não se deu pela boa atuação da política em si, mas sim, devido a outros fatores econômicos e setoriais ao longo da última década (de 2009 a 2019). Ainda, dada a falta de transparência das atividades da PNMC, também torna-se difícil analisar quais foram os fatores que contribuíram de fato para essa expansão, uma vez que não houve o devido registro dos acontecimentos.

De todo modo, um dos resultados mais significativos da PNMC foi o Fundo Nacional sobre a Mudança do Clima, o qual foi um incentivo relevante para transmitir conhecimento acerca da adaptação às mudanças climáticas. Tal Fundo, vinculado à PNMC, foi resultado tanto das discussões realizadas no Acordo de Copenhague, em 2009, como da Conferência das Partes (COP 16), em Cancun, ao final do ano de 2010 (MOTTA *et al*, 2011).

Posteriormente, a Resolução Normativa nº 482/2012 contribuiu para o crescimento das fontes renováveis de energia no Brasil, vinculado principalmente à modalidade de GD, como mencionado anteriormente (STEFANELLO *et al*, 2018, p. 84). Todavia, conforme Martins (2015), sabe-se também que:

[...] umas das consequências dessa resolução foi a grande entrada de materiais e equipamentos internacionais para o mercado de GD. Logo, pode-se dizer que esta resolução contribuiu para crescimento das importações de equipamentos, dado os preços mais competitivos em relação à indústria nacional, o que gera um efeito negativo para a balança comercial brasileira e não aproveita sinergia com outras indústrias locais (MARTINS, 2015, p. 84).

Assim, percebe-se que, nos primeiros três anos da ratificação da Resolução, foram poucas as mudanças no cenário do setor de energia solar, dado que, até então, havia menos de 500 sistemas fotovoltaicos instalados em todo o país (MONTEIRO; SILVEIRA, 2018). O aumento das

instalações, em escala nacional, passou a ocorrer, em sentido exponencial, somente a partir de 2016 e 2017, devido a um conjunto de fatores. Dentre eles, incluem-se a redução dos custos de tecnologia solar fotovoltaica, a preocupação com as questões ambientais por parte dos consumidores, somada a sua insatisfação com o aumento do custo da eletricidade (MARTINS, 2015).

Notou-se, assim, a necessidade de realizar alguns reajustes na Resolução, as quais foram apresentadas na Resolução Normativa de nº 687/2015. A partir dela, não só o processo burocrático de instalação e aprovação do uso dos sistemas fotovoltaicos foi facilitado, como também possibilitou, por exemplo, a realização de “autoconsumo remoto, ou seja, utilizar a energia produzida num terreno para abater na conta de outro estabelecimento contanto que ambos estejam dentro da área da mesma distribuidora” (ANEEL, 2015).

Conforme Dantas e Pompermayer (2018, p. 9), a Resolução acrescentou alguns benefícios aos microgeradores, tais como:

[...] a possibilidade de geração distribuída conjunta, isto é, a energia gerada pode ser repartida entre várias residências de acordo com seus interesses, desde que elas façam parte da mesma área de concessão. Além disso, a validade dos créditos de energia passou de 36 para 60 meses, a potência máxima de geração por unidade aumentou de 1 MW para 5 MW e o processo de adesão para conectar a geração distribuída à rede de distribuição foi simplificado.

No mesmo ano, o Convênio ICMS 16/2015 foi um marco relevante para a expansão do setor de energia solar, principalmente em um contexto de aumento das tarifas de energia elétrica convencional, bem como da tendência global em prol de investimento a fontes de energia renovável. Nesse sentido, segundo dados da ABSOLAR (2021), ocorreu um salto de 424 sistemas fotovoltaicos instalados no país em 2014, para 1786 em 2015, representando um aumento de mais de 300%.

Após três anos, com a proposta da PRONASOLAR, foi possível verificar o interesse na formalização em nível federal, ao incentivo à energia solar. Contudo, em janeiro de 2019 houve a tramitação do processo que resultou na sua apensação (anexação) ao PL nº 5823/2013, o qual se refere ao estabelecimento do incentivo à geração de energia elétrica a partir da fonte solar, dada a similaridade das propostas.

No entanto, é importante ressaltar que o PL nº 5823/2013 também foi apensado em outro projeto de lei, até chegar ao PL nº 11247/2018, o qual:

Dispõe sobre a ampliação das atribuições institucionais relacionadas à Política Energética Nacional com o objetivo de promover o desenvolvimento da geração de energia elétrica a partir de fonte eólica localizada nas águas interiores, no mar territorial e na zona econômica exclusiva e da geração de energia elétrica a partir de fonte solar fotovoltaica (BRASIL, 2018, p. 1).

Esse projeto ainda está aguardando o parecer do relator na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS), conforme a situação cadastral verificada no site da Câmara dos Deputados (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2021). Por essa razão, juridicamente, tem-se a possibilidade do relator aprovar apenas alguns dos projetos apensados (junto do PL nº 11247/2018) e outros não, o que faz com que, mesmo as propostas de cada PL sendo semelhantes, haja o risco de algumas questões pertinentes ficarem de fora do texto aprovado (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2005).

3. 4 Principais problemas e propostas para a expansão da energia solar no Brasil

As principais barreiras identificadas para a expansão da energia solar no Brasil concentraram-se: **a)** nos altos custos da tecnologia, vinculados à dependência da importação das peças; **b)** na ausência de uma política federal de energia solar; **c)** na falta de mão de obra especializada; **d)** nos investimentos insuficientes ao setor, seja do ponto de vista da disponibilização de linhas de crédito para financiamento dos sistemas fotovoltaicos (principalmente para pessoas físicas), quanto para o fomento em pesquisas específicas para o contexto do Brasil; **e)** na ausência de um órgão específico que monitore as políticas públicas e promova sua melhoria contínua e, por fim, **f)** nas dificuldades de comunicação e acessibilidade para a aquisição dos sistemas fotovoltaicos, principalmente por comunidades mais pobres (MONTEIRO; SILVEIRA, 2018; CARSTERN; CUNHA, 2019).

Soma-se a isso, a necessidade de entender a motivação dos setores que prejudicam o desenvolvimento da geração distribuída no país (principalmente o setor das fontes energéticas fósseis), de modo que a comunidade acadêmica, e demais setores favoráveis à energia solar, possam ratificar estudos que desmintam os argumentos depreciativos defendidos por esse *lobby*. Espera-se, portanto, que isto facilite a orientação dos elaboradores de políticas públicas na proposição de ideias condizentes à diversificação da matriz energética (ABSOLAR, 2021).

É essencial, ainda, que as propostas para a mitigação ou solução dos pontos acima mencionados considerem a articulação dos diversos atores envolvidos no setor de energia solar do país. Isto porque, é perceptível como os setores político, acadêmico, industrial e da sociedade civil estão entrelaçados em termos de interesses a serem alcançados, já que ocorrências de âmbito político mobilizaram tanto pesquisadores quanto a indústria, principalmente desde a década de 1970 (SMA, 2018).

Para tanto, é essencial que ocorram não só a elaboração de políticas públicas, mas também, o desenvolvimento da comunicação ao consumidor, para que a diversificação da matriz energética e o

desenvolvimento sustentável tornem-se uma discussão prioritária para a sociedade, a nível nacional (ASSUNÇÃO; SCHUTZE, 2017).

A Tabela 1 representa, de forma sintetizada, os gargalos das políticas públicas nacionais relacionadas à energia solar e as possíveis alternativas para solucioná-los ou, ao menos, mitigá-los.

Tabela 1 - Problemas das políticas públicas e possíveis propostas de mitigação

Problemas	Propostas
Altos custos de geração e manutenção de tecnologia.	Fomentar o desenvolvimento de uma indústria nacional de componentes para a fabricação dos sistemas solares.
Imprevisibilidade de armazenamento energético por ser fonte intermitente.	Aperfeiçoar o sistema de geração distribuída no Brasil.
Incentivos governamentais para a expansão de fontes energéticas fósseis.	Mobilização por parte das universidades, como também de Organizações não Governamentais (ONGs), entidades públicas e privadas.
Falta de investimento em capacitação e profissionalização de pessoal para suprir as demandas do setor.	Projetos e incentivos governamentais por meio da remoção de barreiras regulatórias, investimento tecnológico e treinamento profissional.
Acesso à informação incipiente por significativa parte da população.	Abranger as classes mais vulneráveis, do ponto de vista socioeconômico, por meio de estudos e pesquisas específicos por região.
Falta de políticas públicas específicas para o fomento ao setor.	Criação de política de âmbito nacional.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em ABSOLAR, 2021; Carsterns e Cunha, 2019.

Com base nas informações da Tabela 1, é possível contextualizar a perspectiva apresentada pelo PDE 2029 em relação à energia solar. De fato, a tecnologia fotovoltaica vem confirmando a expectativa de queda dos preços no Brasil com uma velocidade significativamente alta, como foi visto nos últimos leilões de energia realizados (DANTAS; POMPERMAYER, 2018). Espera-se que, em uma década, os “custos possam vir a comprovar uma tendência sustentável de baixa, a exemplo do que já se observa em âmbito internacional, o que ampliará a atratividade econômica da fonte fotovoltaica” (PDE, 2020, p.12). Ainda, vale ressaltar que essa baixa pode resultar tanto da redução direta dos custos de produção quanto do aumento da eficiência dos equipamentos.

Vale destacar também que é essencial entender o funcionamento das curvas de carga futura (consumo agregado de carga elétrica ao longo do tempo), de modo a facilitar o planejamento com base nas projeções do comportamento da demanda e como a tecnologia fotovoltaica contribuirá para o seu atendimento (PDE, 2029).

Nesse sentido, o PDE também considera que as fontes solar, eólica e gás natural nacional serão os principais indutores do crescimento da oferta de energia elétrica no horizonte decenal (PDE, 2029). Outra questão pertinente concentra-se na necessidade do aprimoramento metodológico e ferramental para o planejamento integrado da expansão da geração e transmissão de energia, de modo a representar mais adequadamente as novas tecnologias, que trarão novos cenários operativos.

Isto envolve não apenas a modelagem das fontes renováveis intermitentes, como a fotovoltaica, neste caso, mas também de Redes Elétricas Inteligentes (REI) e da GD.

A perspectiva é de que haja um investimento de R\$ 456 bilhões para a geração e transmissão de energia elétrica, nos próximos dez anos, indicando a necessidade de direcionar bem os agentes privados a partir de análises claras e racionais, provenientes do planejamento detalhado e integrado com os atores interessados (PDE, 2029).

Contudo, dada à posição de liderança do Brasil frente ao fenômeno global da transição energética, nota-se a responsabilidade e o desafio em otimizar a ampliação de oferta de energia de forma sustentável, no longo prazo, o que requer constante diálogo entre governo e sociedade (PDE, 2029).

Assim, espera-se também uma contínua expansão do sistema de transmissão, visando principalmente sua maior flexibilidade e controlabilidade, possibilitando a garantia de sua segurança operacional, frente aos cada vez mais diversos cenários de disponibilidade de geração.

4 CONCLUSÃO

Por meio da metodologia *Policy Cycle*, foi possível visualizar o contexto histórico nacional e atual das políticas públicas de energia solar demonstrar quais aspectos necessitam e podem ser modificados ou aprimorados em prol da expansão do setor. Assim, nota-se que o país apresenta significativas perspectivas de crescimento para a energia solar, porém, tende a ocorrer de forma gradativa, principalmente considerando o seu elevado potencial de desenvolver o setor, do ponto de vista tanto econômico quanto tecnológico, físico e político, como visto no próprio PDE 2029.

A tendência de aumento de investimentos públicos no setor também é promissora, como foi verificado. É essencial, no entanto, que as propostas identificadas anteriormente sejam colocadas em prática no planejamento energético nacional. Por fim, espera-se que este estudo possa corroborar a realização de novas pesquisas que refinem as propostas destacadas, de modo a identificar constantemente os meios mais eficazes para expandir a energia solar em prol de uma matriz brasileira de baixo carbono e de políticas públicas com maior poder de impacto e efetividade.

REFERÊNCIAS

ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

ABSOLAR. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Notícias**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/lista-de-artigos/>. Acesso em: 18 mar. 2021.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar**. 2003. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_solar/3_4_2.htm. Acesso em: 16 fev. 2020.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 687**, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.

ARAÚJOL; RODRIGUESM. L. Modelos de análise das políticas públicas. ASSUNÇÃO J; SCHUTZE A. Developing Brazil's Market for Distributed Solar Generation. Rio de Janeiro: **Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas – PUC-Rio**, 2017. 6 p.

BRASIL. Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC. **Convenção-quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, 2016. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf. Acesso em: 7 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no 9.648, de 27 de maio de 1998, no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 5.655, de 20 de maio de 1971, no 5.899, de 5 de julho de 1973, no 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Projeto de lei nº 10.370, de 2018**. Institui a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica-PRONASOLAR e dá outras providências. 2018. Brasília, DF, 2018.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Apensação**. Brasília, 2005. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/67516-apensacao/>. Acesso em: 30 fev. 2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PL 10370/2018**: Projeto de Lei. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=217809>. Acesso em: 28 fev. 2020.

CARSTENS D. D; CUNHA S. K. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil, **Energy Policy**, Curitiba, v. 125, p. 396-404, 2019.

CMA. **Comissão de Meio Ambiente. Avaliação da Política Nacional sobre Mudança Climática**. Brasília: Senado Federal, 2019.

CONFAZ. Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS 101/97**. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-marca-de-1gw-em-geracao-distribuida/656877. Acesso em: 30 abr. 2020.

CONFAZ. Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS 93/01**. Recife, 2001. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2001/CV093_01. Acesso em: 30 abr. 2020.

CONVÊNIO ICMS 42/18. ANEEL. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2018/CV042_18. Acesso em: 24 set.2019.

CORREIO DA MANHÃ (RJ). **Energia Solar no Brasil: problema merece ser atacado com intensidade**, Ed. 20156, p. 11, 1958. Disponível em: http://memoria.bn.br/DocReader/089842_06/99920. Acesso em: 27 fev. 2020.

DANTAS S. G; POMPERMAYER F. M. Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e Possíveis Efeitos no Setor Elétrico. 2018. Disponível em:
DHERE N. *Get al. History of solar energy research in Brazil*, Universidade Federal de Santa Catarina: Santa Catarina, p. 1-6, 2000.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Outras%20Fontes.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (BEN)**. 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%20BEN%202019%20Ano%20Base%202018.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

FONSECA P. C. D; MONTEIRO S. M. M. O Estado e suas razões: o II PND. **Rev. Econ. Polit.**, Rio Grande do Sul, v. 28, n. 1, p. 28-46, 2008.

FRAIDENRAICH N. Antecedentes históricos da ciência solar no Brasil, Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia (FAE), Universidade Federal de Pernambuco: Pernambuco, 2005. 20 p.
GELLER H. *et al.* Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil, **Energy Policy**, v. 32, n. 12, p. 1437-1450, 2004.

HASHIMURA L. M. M. **Aproveitamento do potencial de geração de energia elétrica por fontes renováveis alternativas no Brasil**: instrumentos de política e indicadores de progresso. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.

http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2388.pdf. Acesso em: 21 ago.2019.
LAMARCA JUNIOR M. R. **Políticas públicas globais de incentivo ao uso da energia solar para geração de eletricidade**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pró-Graduados em Ciências Sociais, São Paulo, 2012.

MACHADO J. V. Política Energética do II Plano Nacional de Desenvolvimento: teoria, resultados e reflexões. **Rev. Econ. do Centro-Oeste**, Goiânia, v.4, n.2, p. 39- 56, 2018.

MARANHÃO R; MATEOS S. B. **Cem Anos de História e Energia**. São Paulo: Andreato, 2012.

MARTINS V. A. **Análise do Potencial de Políticas Públicas na Viabilidade de Geração Distribuída no Brasil**. 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Rio de Janeiro, 2015.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional de Universalização do acesso e uso da energia elétrica**: Manual de operacionalização para o período de 2015 a 2018 Rev. 1. Anexo à Portaria Nº 209/GM, de 29 de maio de 2017. Brasília, 2017.

MONTEIRO L. S; SILVEIRA D. Energia solar fotovoltaica no Brasil: uma análise das políticas públicas e das formas de financiamento. *In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, 15., Rio de Janeiro, 2018.

MOTTA R. S; HARGRAVE J; LUEDEMANN G; GUTIERREZ M. B. S. **Mudança do Clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: IPEA, 2011.

NERY, E. **Resiliência de Sistemas Eletroenergéticos**. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda., 2019.

RIBEIRO W. C. Geografia política e gestão internacional dos recursos naturais, **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 69-80, 2010.

SÃO PAULO. **SP facilita financiamento de projetos de geração de energia solar**. São Paulo, 2018b. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/sp-facilita-financiamento-de-projetos-de-geracao-de-energia-solar/>. Acesso em: 30 fev. 2020.

SILVA M. Políticas Públicas Sustentáveis: a inserção da energia fotovoltaica na administração pública municipal. **Revista Técnica CNM**, p. 69-76, 2016.

SILVA R. M. **Energia solar no Brasil**: dos incentivos aos desafios. Brasília: Senado Federal, 2015. 53 p. ISSN 1983-0645.

SMA. Secretaria do Meio Ambiente. Mudanças Climáticas: balanço e recomendações. *In: Anexo III do Relatório de Atividades da Assessoria Institucional e Internacional – Aint 2018*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2018.

SOCIOLOGIA, PROBLEMAS E PRÁTICAS, Portugal, n.83, p.11-35, 2017.

STEFANELLOC; MARANGONIF; ZEFERINOZ. L. A Importância das Políticas Públicas para o Fomento da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil. *In: Congresso Brasileiro de Energia Solar*, 7. 2018. **Anais eletrônicos**, Gramado: UTFPR, 2018.

TIMILSINA G. R.; KURDGELASHVILI L; NARBEL P. A. Solar energy: Markets, economics and policies, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Washington, n. 16, p.449-465, 2012.

TOLMASQUIM, M. T. **Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Rio de Janeiro: CENERGIA, 2003. 515 p.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva, **Novos Estudos - CEBRAP**, São Paulo, n. 79, p. 47-69, 2007.