

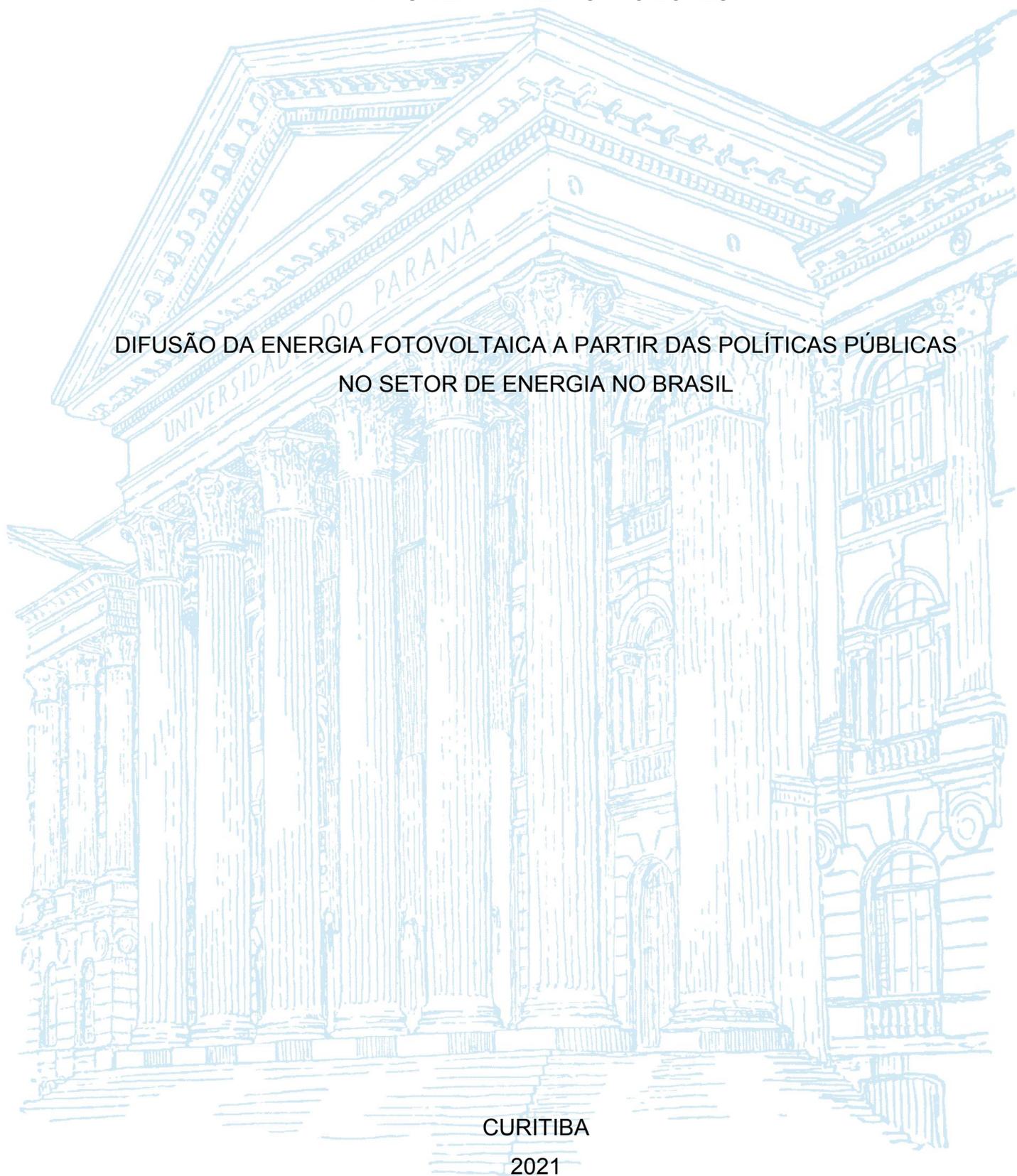
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARTHUR ZAVATTIERI CANO LOPES

DIFUSÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA A PARTIR DAS POLÍTICAS PÚBLICAS
NO SETOR DE ENERGIA NO BRASIL

CURITIBA

2021



ARTHUR ZAVATTIERI CANO LOPES

DIFUSÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA A PARTIR DAS POLÍTICAS PÚBLICAS
NO SETOR DE ENERGIA NO BRASIL

Dissertação apresentado ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná (UFPR) e PROFNIT, como requisito parcial para o título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Torres Barros Batinga de Mendonca.

CURITIBA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS – SIBI/UFPR COM DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)
Bibliotecário: Eduardo Silveira – CRB 9/1921

Lopes, Arthur Zavattieri Cano

Difusão da energia fotovoltaica a partir das políticas públicas no setor de energia no Brasil / Arthur Zavattieri Cano Lopes.- 2021.

39 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas.

Orientadora: Andrea Torres Barros Batinga de Mendonça.

Defesa: Curitiba, 2021.

1. Política Pública. 2. Energia solar. 3. Brasil. I. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação. II. Mendonça, Andrea Torres Barros Batinga de. III. Título.

CDD 621.47092



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFNIT -
PROPRIEDADE INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE
TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO - 3110200001P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFNIT - PROPRIEDADE INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ARTHUR ZAVATTIERI CANO LOPES** intitulada: **Difusão da energia fotovoltaica a partir das políticas públicas no setor de energia no Brasil**, sob orientação da Profa. Dra. ANDREA TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Março de 2021.

Assinatura Eletrônica

05/04/2021 16:21:16.0

ANDREA TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA
Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

06/04/2021 11:19:19.0

FRANCISCO JOSÉ PEIXOTO ROSÁRIO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS)

Assinatura Eletrônica

05/04/2021 11:26:16.0

RICARDO LOBATO TORRES
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Av. Prefeito Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4344 - E-mail: profnit@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 87545

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 87545

RESUMO

Este trabalho procura entender a difusão da energia solar fotovoltaica no Brasil. Para isso, será estudada a teoria de difusão de inovação descrita por Rogers (2003). Também far-se-á a conceituação de políticas públicas e serão descritos: o funcionamento básico de um sistema solar fotovoltaico e seus componentes; o panorama de adoção de energia solar fotovoltaica no Brasil; bem como, descrita uma revisão no panorama mundial de energia solar fotovoltaica, citando a regulamentação desse setor no Brasil. Elementos estes levantados no sentido de se chegar a uma conclusão sobre a morosidade na difusão desta inovação. Em relação à metodologia, foi aplicada pesquisa básica, qualitativa, exploratória e foram usados dados secundários, sendo parte bibliográficos e parte documental. Foram descritas as principais políticas aplicadas no país e qual a relação com os elementos de difusão proposto por Sinde Cantorna et al. (2007).

Palavras-chave: Energia fotovoltaica. Energia solar. Política pública. Difusão. Adoção.

ABSTRACT

This work seeks to understand the diffusion of solar photovoltaic energy in Brazil. For this, the innovation diffusion theory described by Rogers (2003) will be studied. Public policies will also be conceptualized and the following will be described: the basic functioning of a photovoltaic solar system and its components; the panorama of adoption of photovoltaic solar energy in Brazil; as well as, described a review in the world panorama of photovoltaic solar energy, citing the regulation of this sector in Brazil. Elements raised in order to reach a conclusion about the delay in the diffusion of this innovation. Regarding the methodology, basic, qualitative, exploratory research was applied and secondary data were used, being part bibliographic and part documentary. The main policies applied in the country were described and the relationship with the elements of diffusion proposed by Sinde Cantorna et al. (2007).

Keywords: Photovoltaics. Solar energy. Public policy. Diffusion. Adoption.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- PROCESSO DE ADOÇÃO E INFUSÃO.....	16
FIGURA 2 - ESQUEMA DOS COMPONENTES DO MÓDULO FOTOVOLTAICO COM CÉLULAS DE SILÍCIO CRISTALINO.	20
FIGURA 3 - SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	21
FIGURA 4 - CAPACIDADE INSTALADA DE FONTES ALTERNATIVAS NO MUNDO – 10 MAIORES EM 2016 (GW).....	27
FIGURA 5 - GERAÇÃO ELÉTRICA POR FONTE NO BRASIL (GWH).	28
FIGURA 6 - POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL E GERAÇÃO FOTOVOLTAICA. .	31

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – HIPÓTESES CONFIRMADAS SOBRE DETERMINANTES DA ADOÇÃO DE SFV NO CONTEXTO BRASILEIRO	17
QUADRO 2 – OS TIPOS MAIS POPULARES DE ESTRATÉGIAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS.	18
QUADRO 3 - IMPOSTOS SOBRE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS ASSOCIADOS.	19
QUADRO 4 - INSTRUMENTOS DE APOIO CADEIA SOLAR.	22
QUADRO 5 - ELEMENTOS DE DIFUSÃO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS IMPLEMENTADAS NO BRASIL.	29

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FIT	Feed-in-tariffs
FINAME	Agência Especial de Financiamento Industrial
GD	Geração Distribuída
GEE	Gases de Efeito Estufa
GW	Gigawatt
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	International Energy Agency
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
KW	Kilowatt
kW/h	Kilowatt/hora
MW	Megawatt
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério das Minas e Energia
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
REN	Resolução Normativa
SFV	Sistemas Solares Fotovoltaicos
TW/h	Terawatt/hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO E NORMATIVO	13
3.1 DIFUSÃO DE INOVAÇÕES E ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS.....	13
3.2 POLÍTICAS PÚBLICAS E AS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS	18
3.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	20
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	21
4.1 REGULAMENTAÇÃO DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO BRASIL.....	21
4.2 SITUAÇÃO DA GERAÇÃO E DIFUSÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Durante todo o período de 1930 a 1980, o processo de industrialização no Brasil foi fortalecido, com o crescimento do parque industrial nacional, favorecendo as migrações em direção às áreas urbanas. Ao mesmo tempo, a queda da mortalidade, a partir da década de 1930, possibilitou um crescimento mais acelerado da população brasileira, a grande maioria da qual ainda vivia no campo. Assim, num período curtíssimo, o Brasil mudou de um país rural e agrícola para um país urbano e industrial (MARTINE, OJIMA, MARANDOLA, 2014).

A partir de 1980, ocorreu um novo padrão de crescimento urbano, todas as cidades, não importa o tamanho, sofreram redução nas suas taxas de crescimento (MARTINE, OJIMA, MARANDOLA, 2014). Esse novo padrão de crescimento ocorreu pelo fato de que a sociedade pós-industrial encontrou limites para o crescimento econômico, considerando-se os impactos e crises ambientais que ocorrem na maioria dos Estados-nações. Nessas circunstâncias, advém a necessidade de conciliar o crescimento com o meio ambiente, surgindo o conceito de desenvolvimento sustentável (NASCIMENTO et al., 2020a).

O conceito de desenvolvimento sustentável corrobora a crescente adesão de países aos acordos e convenções internacionais dos vários temas ambientais, mobilizando os conceitos operacionais da ordem ambiental internacional, os de desenvolvimento sustentável e de segurança ambiental global. Sendo que, no ano de 1972, em Estocolmo, foi criada a primeira conferência mundial sobre o homem e o meio ambiente. Após vinte anos da primeira convenção, em 1992, foi realizada a ECO 92 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento no Rio de Janeiro (RIBEIRO, 2001). E, cinco anos após, em 1997, foi criado o protocolo de Quioto. Esse foi um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, definindo metas de redução de emissões para os países desenvolvidos (MMA, 2020). Posteriormente, outras iniciativas surgiram, como a Conferência das Nações Unidas, em 2012 com a Rio+20 e em 2015 com o conhecido Acordo de Paris (ONU, 2016).

A partir dessa perspectiva ambiental, com convenções e acordos internacionais ressaltando a necessidade do desenvolvimento sustentável e mais recentemente incluindo a energia limpa e acessível como um dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, pressupõe-se que o desenvolvimento também se

interliga a evolução da matriz energética do país. Aliás, segundo Nascimento et al. (2020a) e Jardim (2007), o campo energético é um dos mais poluidores, por isso um dos caminhos encontrado para atingir a sustentabilidade é a adesão a fontes alternativas de energia, que se configuram, por ora, como respostas e tentativas de minimizar os impactos e as degradações ambientais.

O esgotamento de energias é motivo de preocupações e debates desde os anos 2000, provocando uma discussão entre o uso de matrizes energéticas cujas fontes pertencem a energia renovável e as que fazem uso de energia não renovável. Nesse cenário, de acordo com Barbieri (2007), as matrizes energéticas, em predominância, fazem uso acentuado de combustíveis fósseis ou minerais, ou seja, os não renováveis, como o petróleo, carvão, gás natural e urânio para produção de energia nuclear. Recursos estes sobre os quais, Galdino et al. (2000), já afirmavam que estavam caminhando para o provável esgotamento, entre elas, as reservas mundiais de petróleo. Assim, a alteração da matriz energética convencional para a utilização de fontes renováveis (hidroelétrica, fotovoltaica, eólica e biomassa), em grande escala, representa um grande desafio mundial nas próximas décadas.

As fontes de energia renováveis são aquelas que possuem um ciclo de renovação em escala de tempo humana, ou seja, estão sempre disponíveis para utilização e não se esgotam, sendo a principal delas a energia solar proveniente da luz do sol, além das fontes eólica, biomassa, hídrica, maremotriz (energia das marés) e geotérmica (EPE, 2018).

A matriz elétrica brasileira é predominantemente hidrelétrica e, portanto, renovável. O problema é que o sistema de energia em operação é muito sensível a secas que podem reduzir drasticamente a água nos níveis de armazenamento dos reservatórios e levar a um período de racionamento (De Faria, Trigo e Cavalcanti, 2017). Contrapondo esta característica de instabilidade do sistema em períodos de racionamento, Camargo (2018), Lacchini e Ruther (2015) e Solangi et al. (2011), descrevem que a energia solar, além de ser fonte abundante na natureza, com a capacidade de transformar os raios de sol em eletricidade, é considerada energia limpa. Condição esta que a coloca no centro da discussão do desenvolvimento de uma matriz energética global mais sustentável, englobando em seu processo a tecnologia de painéis solares fotovoltaicos, a qual cresce exponencialmente por permitir a produção própria de eletricidade.

Para entender o crescimento da geração fotovoltaica, deve-se entender o processo de difusão desta tecnologia, já que a difusão é frequentemente usada para explicar os motivadores que levam os agentes da sociedade a adotar uma nova tecnologia ou substituir uma tecnologia obsoleta por uma atualizada (PERES; MULLER; MAHAJAN, 2010) e segundo Rogers (2003), difusão refere-se ao nível acumulado de usuários de uma inovação em um mercado.

Os panoramas atuais de utilização de energia solar fotovoltaica entre os países na liderança da produção, foram estimulados por políticas governamentais, que fomentaram a diversificação de fontes de energia tradicionalmente utilizadas, buscando adotar um modelo energético sustentável, promovendo incentivos a indústria e barateando a tecnologia. (GOMES; JANUZZI; VARELLA, 2009).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar a difusão da energia fotovoltaica a partir das políticas públicas no setor de energia no Brasil.

Para o alcance desse objetivo, o trabalho está organizado em seções com a abordagem sobre Difusão de Inovações e Adoção de Tecnologias, Políticas Públicas e as Fontes de Energia Renovável e um descritivo da Energia Fotovoltaica. Após, procede-se com a descrição do método e em seguida será demonstrado a Análise e Discussão de Resultados abordando a regulamentação da geração fotovoltaica no Brasil e a situação da geração de energia fotovoltaica. Finalizando com as considerações finais.

2 METODOLOGIA

Este estudo é classificado como uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão do assunto e, conseqüentemente, uma maior compreensão do mecanismo que as políticas públicas brasileiras estão agindo para proporcionar a difusão da energia fotovoltaica (GIL, 2007). Uma pesquisa bibliográfica e documental foi a metodologia escolhida para o estudo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando artigos científicos disponíveis nas bases de dados Scielo e Web of Science no período de 2010 a 2020. As palavras chaves utilizadas maneira isolada ou agrupada foram: “Energia fotovoltaica”, “Photovoltaics”, “Difusão de energias renováveis”, “Diffusion of renewable energies”, “Políticas públicas” e “Public policy”.

Complementando a pesquisa bibliográfica, foram pesquisados documentos oficiais e dados institucionais, como valores de geração de energia solar no Brasil, investimentos e financiamento, todos obtidos através de portais governamentais: CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária, EPE – Empresa de Pesquisa Energética, bem como dados oficiais do ministério de Minas e Energia, Ministério do Meio Ambiente. Adicionalmente, foram obtidos dados no âmbito internacional em portais Renewable – instituição multisetorial de ação global para desenvolvimento de energia renovável, além de dados das Nações Unidas.

Após a coleta dos dados referentes à pesquisa bibliográfica e documental, procedeu-se a análise dos resultados em ordem cronológica para contextualização dos eventos. Foi elaborado uma tabela com as políticas públicas referente a energia fotovoltaica e contextualizada as principais ações.

Entende-se neste trabalho que a difusão se refere ao nível acumulado de usuários ou adotantes de uma nova tecnologia em um mercado (FRAMBACH; SCHILLEWAWRT,2001). Assim, a partir dos dados coletados, foi analisado a inserção de políticas públicas no processo de difusão e adoção da energia fotovoltaica no Brasil e identificado os elementos da teoria da difusão nesse processo, como a demanda, oferta, características da tecnologia e fatores do entorno.

3 REFERENCIAL TEÓRICO E NORMATIVO

Para contextualizar e direcionar o estudo, se faz necessário rever conceitos da difusão de inovações e adoção da tecnologia, bem como políticas públicas e fontes de energia renováveis e o funcionamento da energia solar fotovoltaica.

3.1 DIFUSÃO DE INOVAÇÕES E ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS

Para entendermos melhor o processo de difusão de uma tecnologia precisamos distinguir os processos de invenção, inovação, difusão e adoção. A invenção é a primeira ocorrência de uma ideia / conceito para um novo produto ou processo. Já a inovação é a primeira comercialização desta ideia (FAGERBERG, 2006). Para descrever melhor a inovação, o Manual de Oslo (OECD, 2005), coloca a inovação como implementação de um produto, bem ou serviço ou, ainda, de um

novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa.

A difusão refere-se ao nível acumulado de usuários ou adotantes de uma nova tecnologia em um mercado (FRAMBACH; SCHILLEWAWRT,2001); contexto em que a teoria da difusão de inovações de Rogers (2003) é um modelo clássico que descreve o processo pelo qual inovações se difundem. Para o autor, a difusão de uma nova ideia, prática ou produto é resultado do processo de comunicação através de canais ao longo do tempo entre membros de um sistema social. Sendo a difusão de inovações entre sociedades um dos processos mais importantes na evolução cultural, mas mesmo assim existem limites reais para a rapidez com que as sociedades podem absorver e modificar novas ideias para desenvolver uma nova economia (ROGERS, 2003).

Sinde Cantorna et al. (2007) propôs um modelo conceitual com os diversos fatores que influenciam na aceitação de novos produtos. A velocidade da difusão pode estar relacionada com a demanda (incertezas, intensidade competitiva), a oferta (padronização do produto, cumprimento de prazos, reputação e marketing), características da própria tecnologia inovadora (vantagem relativa, complexidade, compatibilidade, custo, risco e incerteza) e fatores institucionais ou de entorno (pressão competitiva, facilidade de financiamento, evolução da tecnologia anterior e fatores políticos).

Dentro das características da própria tecnologia inovadora como fator influenciador da difusão, baseados nos autores Day et al. (2003), Rogers (2003), Frambach e Schillewaert (2001) e Mansfield (1993) apud Campos, Gama e Pinto (2008), pode-se relacionar os seguintes itens: vantagem relativa, percepção em relação a tecnologia substituída; compatibilidade; complexidade, quanto mais fácil a operacionalização mais rápida a difusão; possibilidade de teste, referente a experimentação antes da aquisição; possibilidade de observação, referentes a visibilidade dos resultados da inovação; modificabilidade, relacionada a possibilidade de modificação; risco, relacionada as incertezas e perdas; preço, relacionado ao preço direto ou possibilidade de financiamento; custo de implantação; necessidade sentida, relacionada a percepção da necessidade de substituição da tecnologia atual; reversibilidade, sendo a possibilidade de ser substituída por outra tecnologia.

Exemplificando o fator institucional abordado no modelo conceitual de Sinde Cantorna et al. (2007), Malerba (2003), cita que a intervenção dos governos nos

estágios iniciais do desenvolvimento de uma inovação pode acarretar em um grande impacto. A capacidade dos governos de monitorar o surgimento de mudanças tecnológicas radicais diferem substancialmente entre os países e é importante para incentivar debates transparentes e abertos sobre a importância das tecnologias emergentes para apoiar a formação de consenso.

Uma vez que o processo de difusão ocorre, deve-se entender o processo de adoção de uma inovação como o momento em que um indivíduo passa do primeiro conhecimento de uma nova tecnologia a uma decisão de adotar ou rejeitar a implementação de uma nova ideia (ROGERS, 2003). Este processo de adotar de fato, ou descartar a inovação, é dividido em cinco etapas: conhecimento; persuasão; decisão; implementação; e confirmação.

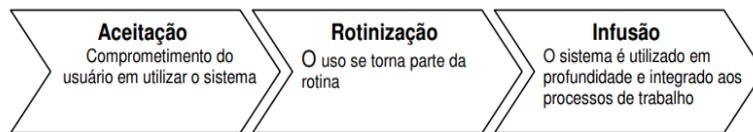
Inicialmente o indivíduo tem conhecimento de uma novidade. Se houver interesse, busca mais informações sobre o seu funcionamento, custo, e como a novidade pode melhorar alguma situação da sua vida, após este momento inicial, principia a etapa de persuasão em que a avaliação das informações resulta na formação de uma atitude favorável ou desfavorável à inovação. Na etapa seguinte, de decisão, pode-se rejeitar a ideia ou, caso seja percebida como positiva, decidir adotá-la, seguindo para a fase de implementação, em que o indivíduo de fato usufrui da inovação. Contudo, observa-se que o processo só pode ser considerado bem-sucedido na etapa de confirmação, em que a experiência com a novidade e a análise dos seus prós e contras indique o desejo de continuar a usá-la. Uma má experiência ou frustração com o desempenho da inovação na última etapa pode resultar em descontinuidade (ROGERS, 2003).

Nesse cenário, Rogers (2003), categorizou adotantes (adoção de inovações) em quatro variáveis sociológicas: a) inovadores - adoram riscos, são pessoas com educação formal, costumam ser os outsiders bem conectados à comunidade local; b) primeiros adotantes - líderes locais e pessoas de alto prestígio em uma comunidade, mas não fora dela (são frequentemente os líderes de opinião mais eficazes, se as pessoas nessa categoria social adotam inovações, o restante segue, se não adotarem, a inovação tende a não se espalhar); c) maioria precoce - deliberada, mais vinculada à tradição, é menos instruída ou propensa a ser um líder do que a da adotante precoce, mas com probabilidade de seguir líderes de opinião; d) maioria tardia e retardatários - ainda mais tradicionais, são, frequentemente,

indivíduos mais pobres e com status mais baixo, sendo necessária pressão dos pares para motivar a adoção.

Cooper e Zmud (1990), utilizando o conhecimento sobre tecnologia da informação, define a adoção de uma inovação como um processo, evidenciado em um modelo de seis fases: iniciação, adoção, adaptação, aceitação, rotinização e infusão. Apresentado de forma resumida posteriormente por Hsieh e Zmud conforme a Figura 1, a seguir:

FIGURA 1- PROCESSO DE ADOÇÃO E INFUSÃO.



FONTE: Hsieh e Zmud (2006).

As correntes de entendimento do processo de adoção demonstram o complexo caminho para ocorrer a adoção de uma inovação. Inicializando o processo através do conhecimento da tecnologia, com a percepção das vantagens da inovação, ela pode ser aceita e aplicada na rotina dos indivíduos ou rejeitada (ROGERS, 2003; COOPER; ZMUD, 1990). No cenário brasileiro, diferentemente dos países desenvolvidos, destaca-se que o retorno do investimento e a capacidade financeira para comprar um sistema fotovoltaico são a chave tomadores de decisão para que os consumidores adotem essa tecnologia (DOS SANTOS; CANHA; BERNARDON, 2017).

Um trabalho feito por Nascimento et al, (2020b) , que incluía uma revisão bibliográfica extensa e utilizando 19 artigos referentes ao tema, identificou a predição de adesão da tecnologia de sistema fotovoltaicos, dentre os 12 indicadores abordados, os itens que tiveram a maior relevância no estudo foram: o aumento de tarifas do setor, redução do custo do sistema fotovoltaico, eficiência do sistema fotovoltaico, produção estimada relacionada a incidência solar, financiamento bancário disponível e políticas públicas como isenções de impostos e campanha de conscientização.

Outra contribuição vem de França Jr (2020), que em sua dissertação de mestrado fez um levantamento bibliográfico para identificar os determinantes da adoção de SFV (sistema fotovoltaico) residenciais conectados à rede. Nesse

trabalho, ele selecionou 13 artigos, sendo nove conduzidos em países europeus e os demais nos Estados Unidos, Austrália, Colômbia e Sri Lanka. O autor identificou 45 variáveis explicativas para adoção da tecnologia, que foram classificadas em nove categorias: Comportamento ou atitude ambiental; Tamanho da residência (maior residência, maior consumo de energia); tipo de ocupação da residência (proprietários / locatários); Tipo da residência (não conjugada, maior área de telhado disponível e menos sombreamento); Densidade populacional; Densidade habitacional; Nível educacional (maior qualificação profissional / maior adoção); Renda (maiores rendas conduzem a maiores taxas de adoção) e Incentivos financeiros. Sendo estas três últimas variáveis com maior impacto na adoção.

Na segunda parte do trabalho, De França Jr (2020) faz um estudo com as bases de dados governamentais disponíveis como IBGE, IPEA, CONFAZ, ANEEL, BNDES e utiliza um modelo longitudinal para identificar os determinantes da adoção de SFV residenciais conectados à rede. Segue no Quadro 1, os resultados sobre as hipóteses levantadas e confirmadas pelo autor no contexto brasileiro:

QUADRO 1 – HIPÓTESES CONFIRMADAS SOBRE DETERMINANTES DA ADOÇÃO DE SFV NO CONTEXTO BRASILEIRO

Hipóteses de pesquisa
A existência de fontes de financiamento federal exerce influência positiva sobre a adoção de SFV residenciais
A adesão da UF ao convênio ICMS 16/2015 impacta positivamente a adoção de SFV residenciais
A densidade habitacional de cada UF exerce influência positiva sobre a adoção de SFV residenciais
O consumo médio residencial de eletricidade da UF (kWh/mês) impacta positivamente a adoção de SFV residenciais.
A tarifa média de eletricidade de cada UF exerce influência positiva sobre a adoção de SFV residenciais

FONTE: De França Jr (2020).

Ambos os estudos descritos acima, demonstram em algum nível, a importância dos governos no processo de adoção desta tecnologia. Malerba (2003), cita ainda que os governos podem desempenhar importantes papéis na adoção de uma inovação como usuários principais de novas tecnologias e no apoio ao uso precoce delas em organizações públicas.

Diversos fatores influenciam o processo de adoção e de difusão da tecnologia de energia fotovoltaica; mas, neste estudo, o foco converge para o papel das políticas públicas no desenvolvimento dessa atividade no cenário brasileiro.

3.2 POLÍTICAS PÚBLICAS E AS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

Conceitualmente, políticas públicas são um conjunto de programas, ações e atividades desenvolvidas pelo Estado, direta ou indiretamente, com a participação de entes públicos ou privados, que visam assegurar determinado direito de cidadania, de forma difusa ou para determinado seguimento social, cultural, étnico ou econômico (BELINOVSKI, 2013). A autora ainda ressalta, que políticas públicas, dentro da realidade do capitalismo brasileiro, têm o objetivo de reduzir a pobreza e as desigualdades sociais, garantir o acesso à cidadania visando o aumento da democratização e da sociabilidade dos indivíduos.

As políticas públicas podem ser fundamentais para o setor de energia renovável. Aquila et al, (2017), descreve que os governos podem alavancar o mercado de energia renovável utilizando diferentes estratégias, podendo ser políticas públicas de longo e curto prazo, onde as políticas de curto prazo terminam quando as estratégias são finalizadas e as políticas longo prazo terminam quando as políticas foram implementadas, criando assim o mercado de energia renovável.

QUADRO 2 – OS TIPOS MAIS POPULARES DE ESTRATÉGIAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS.

Estratégias de longo prazo	Estratégias de curto prazo
Tarifas Feed in (FITs)	Subsídios diretos.
Leilões	Cortes de impostos para projetos de energia renovável.
Sistemas de cota	Cobrança de imposto para uma determinada quantidade de emissões de CO2.

FONTE: Aquila et al (2017).

As estratégias de incentivos fiscais nos equipamentos, instalação e montagem podem ser uma boa abordagem e devem ser essencialmente concedido pelo Governo Federal, nos casos do imposto de importação, IPI, PIS e COFINS, ou pela esfera estadual, onde notoriamente destaca-se o ICMS. As alíquotas dos impostos podem variar dependendo do produto em questão, conforme mostrado no Quadro 3. De acordo com estes dados, a carga tributária estimada para uma instalação de geração distribuída fotovoltaica está estimada em aproximadamente 25% do valor de venda e montagem dos equipamentos. Nota-se ainda que a maior

incidência ocorre sobre os componentes inversor e estrutura, cabos e conexão (EPE, 2012).

QUADRO 3 - IMPOSTOS SOBRE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS ASSOCIADOS.

Componente	II	ICMS	IPI	PIS	COFINS	ISS	Total
Módulo	12%	0%	0%	1,65%	7,65%	0%	18%
Inversor	14%	12%	15%	1,65%	7,65%	0%	37%
Estruturas, cabos, conexão	0%	18%	10%	1,65%	7,65%	0%	31%
Projeto, registro, instalação	0%	0%	0%	1,65%	7,65%	5,00%	18%

Fonte: Grupo Setorial Fotovoltaico da ABINEE

FONTE: EPE (2012).

A política pública de estratégia de longo prazo utilizado no Brasil é o sistema de leilões, onde o governo convida os produtores de energias renováveis a competir dentro de um determinado orçamento ou capacidade de geração, podendo ter diferentes fontes de energia no mesmo evento, e as ofertas mais baratas por kWh são contratadas. Esta mescla de diferentes fontes já ocorre com a energia eólica no Brasil (MIR ARTIGUES; DEL RIO, 2014).

O Sistema de Medição Líquida ou *Net Metering* é uma forma interessante de motivar a produção de energia renovável em pequena escala. No Brasil, este sistema foi implantado após a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, onde a medição compensa parcial ou totalmente o usuário da energia renovável. Isso ocorre através da utilização de um medidor bidirecional que mostra o consumo e geração da energia. O equilíbrio de consumo/geração ocorre ao final de cada ciclo, mensal ou bimestral (AQUILA et al, 2017; DE FARIA; TRIGOSO, CAVALCANTI, 2017).

Para efeito de entendimento de sucesso da difusão da tecnologia fotovoltaica observa-se que China, Japão, Alemanha e Estados Unidos juntos somaram, em 2017, 68% da capacidade mundial da geração de energia fotovoltaica utilizando políticas públicas de incentivos, baseados em empréstimos para a instalação de sistemas conectados à rede, um sistema de preços que pagava tarifas superiores à da concessionária por toda energia fornecida, conhecidas como tarifas feed in, além de incentivos de descontos, redução de impostos e subsídios, dependendo do país em que foi introduzido (MELIN; CAMIOTO, 2019).

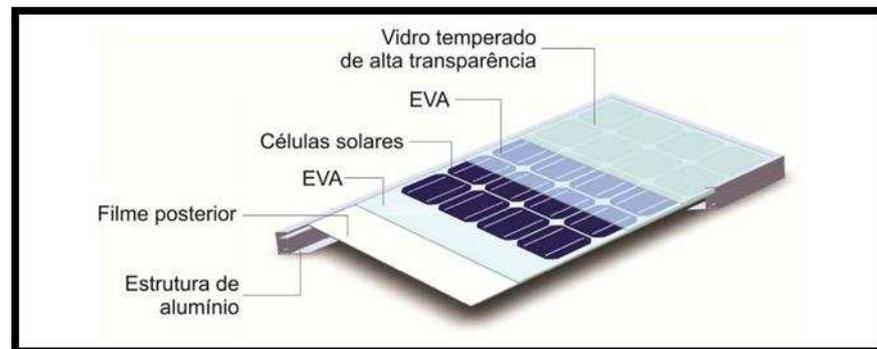
Como as políticas públicas derivam da demanda e são formuladas para a resolução de problemas e fomentar o desenvolvimento social e econômico,

Fugimoto (2005), ressalta que não há uma fronteira bem definida sobre as políticas públicas e a regulamentação.

3.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isso se dá por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica, que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007). Os módulos fotovoltaicos (placas solares) são compostos por muitas células solares, unidade mínima da tecnologia e responsáveis pela conversão direta da luz em eletricidade. Feitas de materiais semicondutores, mais comumente o silício, as células solares são produzidas com uma camada positiva (com falta de elétrons) e uma camada negativa (com excesso de elétrons) que, juntas, criam um campo elétrico, assim como em uma bateria (GALDINO et al., 2000).

FIGURA 2 - ESQUEMA DOS COMPONENTES DO MÓDULO FOTOVOLTAICO COM CÉLULAS DE SILÍCIO CRISTALINO.



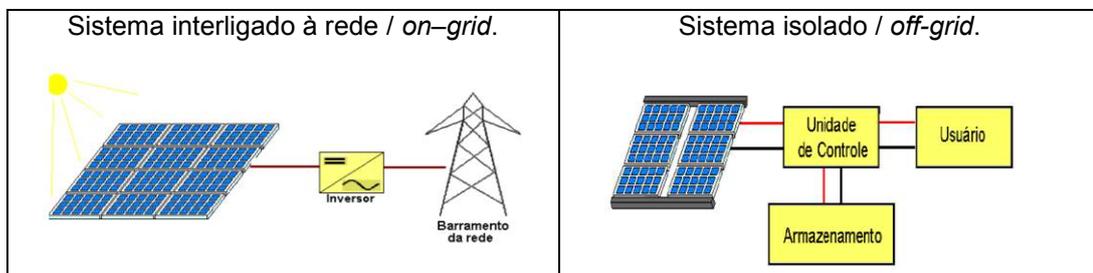
FONTE: CEPEL/ CRESESB (2014).

Quando os fótons atingem uma célula solar, eles liberam os elétrons em excesso dos átomos da camada negativa, que passam para a camada positiva, criando, assim, um circuito elétrico. Quando os elétrons fluem através desse circuito, eles geram eletricidade. Então o inversor fotovoltaico capta a eletricidade gerada pelo painel em corrente contínua (CC) e a converte em corrente alternada (CA), por esse motivo que eles costumam ser considerados como o cérebro do sistema (CRESESB, 2006). Sendo que um sistema fotovoltaico pode ser classificado em três

categorias distintas: interligados à rede, isolados à rede e híbridos. Os sistemas obedecem a uma configuração básica onde o sistema deverá ter uma unidade de controle de potência e uma unidade de armazenamento.

Os sistemas fotovoltaicos interligados à rede, ou *On-grid*, ocorrem quando a energia gerada em excesso é enviada à rede de distribuição através do sistema de compensação de energia elétrica, neste sistema utilizam muitos números de painéis fotovoltaicos e não utilizam armazenamento de energia, pois toda a geração é entregue diretamente na rede (CRESESB, 2006; ANEEL, 2018).

FIGURA 3 - SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



FONTE: CRESESB (2006).

Os sistemas isolados à rede, ou *Off-grid*, são sistemas onde a energia gerada necessita ser utilizada no momento em que é gerada ou é necessário um banco de baterias para armazenamento do excedente, em geral utiliza-se alguma forma de armazenamento de energia (CRESESB, 2006).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta um histórico da regulamentação da geração fotovoltaica no Brasil e os dados das instituições governamentais sobre a situação da geração de energia utilizando a tecnologia fotovoltaica.

4.1 REGULAMENTAÇÃO DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Procurando incrementar ainda mais o caráter renovável da nossa matriz e para reduzir a dependência de uma única fonte, o Brasil vem desenvolvendo programas e ações com o intuito de ampliar a participação de outras fontes

renováveis na sua matriz, notadamente as fontes eólicas e solares fotovoltaicas (MDIC, 2018).

QUADRO 4 - INSTRUMENTOS DE APOIO CADEIA SOLAR.

Ano	Nome	Resumo
1994	Decreto Presidencial em 27 de dezembro de 1994.	PRODEEM – permitiu a utilização de qualquer fonte alternativa de energia, porém a utilização de sistemas fotovoltaicos destacou-se. Atendimento para comunidades isoladas.
1997	Convênio CONFAZ 101/97.	Incentivos de ICMS para módulos e células fotovoltaicas, desde que haja alíquota 0% de IPI ou isenção para esses produtos – válido para os produtos nacionais e importados.
2007	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS).	Trata-se de um conjunto de incentivos fiscais federais estabelecido com o objetivo de contribuir para a atração de investimentos nas áreas de semicondutores.
2007	Lei nº 11.488/2007 - Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura – REIDI.	Passível de ser usufruído pelos módulos e outros equipamentos destinados aos projetos de parques fotovoltaicos (geração centralizada). Refere-se à desoneração do PIS/COFINS para os produtos (módulos fotovoltaicos, inversores e outros, para os projetos de geração fotovoltaica).
2011	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) Fotovoltaico /INMETRO – Portaria 4/2011.	Programa para aferir a qualidade, segurança e eficiência energética para produtos nacionais e importados.
2012	Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012.	Estabelece critérios para classificação de energia renovável, potência e regras para ligação ao sistema de distribuição de energia. Cria o sistema de Compensação de Energia Elétrica.
2014	Listas atualizadas pelo Decreto 8.247/2014 de células fotovoltaicas.	São concedidas reduções a 0% nas alíquotas II, IPI, PIS e COFINS na aquisição local ou importada de máquinas, equipamentos.
2014	Realização de Leilões de Energia de Reserva (LERs).	Mais de 3 GW leiloados/contratados, que criaram demanda para o estabelecimento e desenvolvimento de uma cadeia produtiva do setor em território nacional. Em dezembro/2017, foi realizado um Leilão de Energia Nova.
2014	Lei de Informática Lei nº 13.023/2014 e ex-tarifário.	Estímulos tributários para viabilizar a produção local e o desenvolvimento local da cadeia produtiva – inversores, desoneração de máquinas / equipamentos.
2014	Plano de Nacionalização Progressiva para o setor.	Criado pelo BNDES, em 2014, como forma de fomentar a indústria nacional, que promove financiamento mediante gradual agregação de valor à produção nacional – a metodologia FINAME para o setor foi flexibilizada em 2017.
2015	Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015.	Atualiza a 482/2012, com novos critérios para micro e mini geração distribuída, cria empreendimento com múltiplas unidades consumidoras, geração compartilhada e autoconsumo remoto.
2015	Convênio CONFAZ 16/2015.	Para a concessão pelos Estados de incentivos de ICMS para micro/mini geração – para consumidores residenciais, industriais, comerciais (inicialmente 24 Unidades da Federação aderiram a ele, e a partir de 2018 todos as 27 Unidades federativas aderiram ao convênio).
2015	Lei nº 13.169/2015.	Isenção de PIS/COFINS para micro e mini geração.
2016	Liberação de recursos BNDES FINAME.	Linha de crédito voltada para a expansão da oferta de energias renováveis no país com foco em pessoas físicas e microempresas.

Ano	Nome	Resumo
2019	Portarias MME nº389/2019	Contratação novos leilões com energia renovável.
2020	Resolução nº 30, de 30/12/19 e Resolução nº 55, de 22/06/20.	Altera para zero por cento as alíquotas do II incidentes sobre os Bens de Capital que menciona, na condição de ex-tarifários.
2020	Novo regulamento de credenciamento de módulos e Sistemas Geradores Fotovoltaicos no Credenciamento Finame (CFI).	Define como itens obrigatórios e relação mínima de componentes e/ou processos, de procedência nacional, que são exigidos para o credenciamento e manutenção no CFI do Sistema BNDES.
2121	Decreto 10.615 de 29.01.21 – revoga o decreto de 2007 do sistema PADIS.	Define alíquota zero para impostos de PIS/PASEP, COFINS e IPI de produtos relacionados ao desenvolvimento da indústria, incluído os componentes fotovoltaicos.

FONTE: O autor (2021).

Pode-se notar no quadro acima, que os elementos de apoio a cadeia de energia solar no Brasil se iniciaram bem antes da resolução normativa nº 482/2012, considerada marco para a utilização desta tecnologia no Brasil. Em conjunto esses elementos foram uma base para que a evolução do setor no nosso país e entre as iniciativas governamentais de alcance nacional neste setor destaca-se o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM), do ano de 1994, conduzido pelo Ministério das Minas e Energia (MME), que teve como objetivo levar energia elétrica a comunidades rurais utilizando principalmente a geração fotovoltaica (Galdino & Lima, 2002). Este programa tinha como objetivo atender comunidades carentes isoladas, não supridas por energia elétrica pela rede convencional, utilizando fontes renováveis locais em base autossustentável, de modo a promover o desenvolvimento social e econômico dessas localidades (MME, 2002). No total foram instalados 9 mil sistemas com padrão típico de 500 Wp por instalação, totalizando aproximadamente 5 MWp, a um custo de U\$ 70 milhões, sendo 67% destinados a eletrificação de centros de saúde e escolas, 30% para bombeamento e 3% para iluminação pública. Posteriormente este programa foi incorporado ao programa Luz para Todos (KRAUTER E KISSEL, 2004 apud NETO e CARVALHO, 2006).

Após a crise de energia elétrica de 2001, o país começou a investir em políticas energéticas, de modo a utilizar o mais racionalmente possível o potencial energético. Dentre essas políticas pode ser citado, no ano de 2002, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA (SALAMONI, 2009). O PROINFA não contemplou a produção de energia fotovoltaica e exigia um índice mínimo de nacionalização de serviços e equipamentos de 60% (VARELLA,

CAVALIERO, SILVA, 2011). O fato de não contemplar a energia fotovoltaica deve-se ao fato de que na data implantação do projeto a energia solar ainda era uma tecnologia aplicada em sistemas de pequeno porte, em comunidades isoladas e desta forma não integrada ao SIN (Sistema Interligado Nacional), este último exigido pelo programa (OEI, 2006).

Apesar do programa anterior, o PRODEEM, ter tido um grande impacto na quantidade de instalação de sistemas fotovoltaicos, não exigia o mínimo de produção nacional e optou-se por licitações internacionais, conseqüentemente não desenvolvendo a indústria nacional, (VARELLA, CAVALIERO, SILVA, 2011).

A resolução normativa ANEEL nº 482/2012, foi um marco para a utilização desta tecnologia no Brasil, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e, inclusive, fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade.

No ano de 2014 várias frentes foram introduzidas por normativas com retirada de impostos sobre materiais e máquinas utilizadas na produção de energia fotovoltaica, bem como investimentos do BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Já em 2015 com a resolução nº687/2015, várias inovações foram percebidas: através deste texto é permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se micro geração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e mini geração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. Outro benefício que esta resolução trouxe foi o uso de créditos em meses subsequentes, considerando uma produção de energia que exceda seu consumo, com prazo de validade de 60 meses para utilizar os créditos. E este crédito pode ser usado na unidade geradora ou outra unidade consumidora (autoconsumo remoto) do proprietário dos créditos.

Outra inovação da norma diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios. Nessa configuração, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos. A ANEEL criou ainda a figura da “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa. Os conceitos trazidos à luz dessa normativa enquadram o consumidor final apto a gerar sua energia. Os tipos de geradores são determinados conforme sua potência instalada (ANEEL 687/2015, p. 1).

Ao regulamentar o acesso à rede da distribuidora, a ANEEL permitiu que o consumidor utilizasse da estrutura da rede para criar uma bateria temporária (considerando o sistema de compensação). Essa redação afirmou o modelo de geração compartilhado, escolhido pelo Brasil para ser implantado (ANEEL 687/2015).

No ano de 2016, o BNDES criou com recursos provenientes do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, o projeto FINAME / Energia Renovável que dentre os setores de investimento, está o de Energias Renováveis (MMA, 2018). O banco contribuiu com desembolsos superiores a R\$34 bilhões (financiamento indireto) para a realização de projetos de energia solar, eólica, biomassa e pequenas centrais elétricas. Os projetos, produziram uma capacidade de geração de energia elétrica de 11.099 MW, sendo 439MW especificamente de geração por energia fotovoltaica (BNDES, 2019).

Desde 2008 leilões específicos para integrar energias renováveis tem sido aplicado no país. O primeiro em 2007 para contratação de energia de bioeletricidade (bagaço de cana) e em 2009 foi realizado um leilão específico para energia eólica (DE FARIA, TRIGOSO, CAVALCANTI, 2017). No ano de 2014, ocorreu o primeiro leilão com participação de energia fotovoltaica, com início de operação em 2017, onde fazendas solares começaram a competir com outras fontes de geração de energia renováveis e convencionais. Desde então, o país está experimentando uma queda constante nos custos de investimento / instalação associados a esta geração de eletricidade fonte (AQUILA, 2017). Entre 2014 até 2020 foram 07 certames deste tipo de tecnologia para geração de energia elétrica no país. São 4,4 GW de capacidade fotovoltaica contratada pelos leilões. No período de 2020 até 2021 está previsto a contratação de um total de 8 leilões com projetos já existentes ou para serem construídos. A projeção da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é de 15 GW de capacidade fotovoltaica contratadas em leilões de energia solar até 2029.

No mês de abril de 2020, o BNDES expõe o novo regulamento para credenciamento de módulos e sistemas geradores fotovoltaicos, com a definição dos itens obrigatórios e relação mínima de componentes e/ou processos, de procedência nacional (BNDES, 2020). Ainda em 2020, em 22 de junho, com a resolução 30 de 30/12/2019, publicadas no Diário Oficial da União, alteraram para 0% a alíquota do imposto de importação incidente sobre alguns bens de capital, incluindo diversos modelos de equipamentos para geração de energias alternativas (eólica e

fotovoltaica). Os itens descritos como ex - tarifários são as placas e inversores que compõem os sistemas de energia solar instalados em residências e empresas. Estas resoluções possuem um prazo de duração até 31 de dezembro de 2021 (DOU, 12/2019).

Conforme ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Jun/2020), com a recente desvalorização do real devido à pandemia do coronavírus, a maioria dos equipamentos, que são importados da China, tiveram seu custo final elevado. Além das placas e inversores, o governo também concedeu isenção para alguns modelos de sistemas trackers, utilizados em grandes usinas solares de geração centralizada. Modelos de equipamentos para sistemas de irrigação com energia solar também foram inclusos na isenção, beneficiando os produtores e empresas que buscam utilizar a energia solar no campo.

Segundo Franca JR (2020), o processo de adoção de novas tecnologias, e nesse caso, a instalação de novas unidades de sistema fotovoltaico (SFV) residenciais, depende não apenas de incentivos fiscais ou regulatórios, mas da existência de fontes de financiamento com prazos e taxas acessíveis. Franca JR (2020) lista as linhas de financiamento públicas para instalação de energia fotovoltaica de geração distribuída de uso residencial, totalizando seis instituições, lembrando que se ampliar a abordagem para uso de fins industriais, comerciais e agropecuários, resultará num total de quatorze instituições sendo que, em 2018, houve um incremento na linha de financiamento para geração distribuída residencial, pois em 2017 havia apenas duas fontes deste tipo de financiamento.

4.2 SITUAÇÃO DA GERAÇÃO E DIFUSÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Dados do relatório do Comitê Executivo de Gestão (GECEX, 2018), até 2016, descrevem que a geração de energia elétrica a partir da fonte solar fotovoltaica é uma das que mais tem crescido no mundo. Em 2016, a capacidade global instalada foi de 303 GW, um aumento superior a 50 vezes a capacidade de 2006. Entre 2013 e 2016, foram adicionados 204 GW no mundo (2/3 do total instalado). E em 2017, a capacidade solar fotovoltaica acumulada atingiu quase 398 GW e gerou mais de 460 TWh, representando cerca de 2% da produção mundial de energia. Os projetos em escala de utilidade pública representam pouco mais de 60%

da capacidade instalada total de energia fotovoltaica, sendo o restante em aplicações distribuídas como residencial, comercial e off-grid (IEA, 2019). Já a previsão, conforme levantamento do Renewables 2018 (IEA, 2019), que fornece tendências e desenvolvimento globais para energia renovável nos setores de eletricidade, aquecimento e transporte, é que a energia solar fotovoltaica até o ano de 2024, deverá liderar o crescimento da capacidade de eletricidade renovável, expandindo em quase 580 GW.

FIGURA 4 - CAPACIDADE INSTALADA DE FONTES ALTERNATIVAS NO MUNDO – 10 MAIORES EM 2016 (GW).

Tabela 1.10 Capacidade instalada de fontes alternativas no mundo - 10 maiores em 2017 (GW)
World alternative sources installed capacity - top ten countries in 2017 (GW)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ% (2017/2016)	Part. % (2017)	
Mundo	463	541	637	756	893	1.040	16,4	100,0	World
China	69	99	129	180	236	306	29,7	29,4	China
Estados Unidos	79	85	101	114	135	150	11,5	14,4	United States
Alemanha	75	80	87	95	101	109	8,0	10,5	Germany
Índia	23	26	31	36	47	60	28,4	5,8	India
Japão	12	18	25	35	45	52	14,2	5,0	Japan
Reino Unido	14	18	23	29	34	39	14,2	3,7	United Kingdom
Itália	30	32	32	33	34	34	2,3	3,3	Italy
Espanha	30	31	31	31	31	31	0,4	3,0	Spain
Brasil	12	15	18	22	25	28	11,9	2,7	Brazil
França	14	15	17	19	22	25	13,7	2,4	France
Outros	104	122	142	162	184	206	11,8	19,8	Others

Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA); para o Brasil: Balanço Energético Nacional 2020.
Nota: Fontes alternativas: eólica, solar, das marés, das ondas, biomassa e resíduos

Fonte: EPE (2020).

No âmbito nacional, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, vinculada ao Ministério de Minas e Energia apresenta os dados de geração de energia elétrica no país, incluindo as fontes alternativas. Nesse âmbito o Brasil ocupa o nono lugar em participação de capacidade instalada de fontes alternativas. Demonstrando um escalada de crescimento de 12 GW, em 2012, para 28 GW, em 2017. Os dados nacionais de capacidade instalada de geração elétrica no Brasil com base no período de 2012 a 2019, mostra um crescente na geração de energia fotovoltaica a partir de 2017 e com um aumento significativo de 92% de 2017 a 2018. No ano de 2019 manteve a tendência de crescimento na capacidade instalada no país, com o aumento de 1.798 MW (2018) para 2.473MW, um aumento de 37,6%.

Mesmo com um aumento expressivo da geração fotovoltaica, os dados de 2019 demonstram que este tipo de geração ainda representa apenas 1,1% de participação da matriz energética do país.

Todos esses números apresentados demonstram a tendência de aumento neste tipo de geração de energia, mesmo representando apenas 1,1% da matriz energética nacional. As fontes alternativas de energia representaram 36,5% e a produção de energia por fonte hidráulica ainda representa 63,5% deste total.

Os valores expressivos de aumento da geração de energia fotovoltaica a partir de 2017, se deve, provavelmente pelos investimentos realizados via BNDES iniciados neste período e pela abertura de leilões de energia solar em 2014 e com início de operação em 2017. As isenções fiscais dos estados e federação podem ter influenciado de forma positiva a este início de adesão pela melhora no cenário de investimento, porém ainda são resultados incipientes a proporcionalidade de produção de energia elétrica no país.

FIGURA 5 - GERAÇÃO ELÉTRICA POR FONTE NO BRASIL (GWh).

Brazil electricity generation by source (GWh)											
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ% (2019/2018)	Part. % (2019)	
Total	552.498	570.835	590.542	581.486	578.898	587.962	601.396	626.324	4,1	100,0	Total
Hidráulica (i)	415.342	390.992	373.439	359.743	380.911	370.906	388.971	397.877	2,3	63,5	Hydropower (i)
Gás Natural	46.679	68.942	81.073	79.503	56.550	65.591	54.295	60.188	10,9	9,6	Natural Gas
Derivados de Petróleo (ii)	16.293	22.223	31.529	25.708	12.207	12.911	10.293	7.846	-23,8	1,3	Petroleum Prod. (ii)
Carvão	8.422	14.801	18.385	19.096	17.001	16.257	14.204	15.327	7,9	2,4	Coal
Nuclear	16.038	15.450	15.378	14.734	15.864	15.739	15.674	16.129	2,9	2,6	Nuclear
Biomassa (iii)	34.706	39.684	44.987	47.394	49.236	49.385	51.876	52.111	0,5	8,3	Biomass (iii)
Eólica	5.050	6.578	12.210	21.626	33.489	42.373	48.475	55.986	15,5	8,9	Wind
Solar	2	5	16	59	85	831	3.461	6.651	92,1	1,1	Solar Power
Outras (iv)	9.966	12.160	13.524	13.623	13.554	13.968	14.147	14.210	0,4	2,3	Others (iv)

FONTE: EPE (2020).

No quadro 5, são correlacionados os fatores que influenciam na difusão de uma inovação, baseado no proposto por Sinde Cantorna et al. (2007), as características da realidade brasileira e as políticas públicas que foram aplicadas até o presente momento.

QUADRO 5 - ELEMENTOS DE DIFUSÃO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS IMPLEMENTADAS NO BRASIL.

Elementos relacionados a difusão de novas tecnologias.	Características no Brasil	Política Pública Implantada
Demanda <ul style="list-style-type: none"> ✓ disponibilidade de recursos naturais, ✓ incidência solar ✓ produção estimada ✓ aumento de tarifas do setor elétrico convencional 	Necessidade de inclusão de regiões não incluídas ao sistema SIN e desta forma levar energia a lugares distantes e rurais.	PRODEEM (1994) – inclusão de energia elétrica fotovoltaica em locais distantes e rurais.
	Devido aos períodos constantes de seca existe a necessidade de diversificar a matriz energética por uma tecnologia que não tenha atrelamento aos níveis de água.	FINAME (2017). Sistemas de Financiamento vinculados ao BNDES.
	Pressão internacional com os tratados assinados com compromisso de substituição dos combustíveis fósseis e adesão a fontes alternativas de energia.	Leilões – a partir de 2014 foram contratados leilões específicos de energia fotovoltaica. Entre 2020 e 2021 está previsto 08 leilões participações deste tipo de energia.
Preço <ul style="list-style-type: none"> ✓ custo ✓ possibilidade de financiamento 	A carga tributária estimada para uma instalação de geração distribuída fotovoltaica está estimada em aproximadamente 25% do valor de venda e montagem dos equipamentos. Especificamente para a produção do módulo fotovoltaico nacional com 28% de tributação.	Isenções Fiscais: Convênio CONFAZ 101/97. Programa PADIS – 2007 até 2021.
Oferta <ul style="list-style-type: none"> ✓ padronização do produto, ✓ cumprimento de prazos, ✓ reputação, ✓ marketing 	Antes da padronização, não havia garantia de eficiência do sistema fotovoltaico.	Programa Brasileiro de Etiquetagem-(PBE) fotovoltaico INMETRO–Portaria 4/2011
Característica da tecnologia <ul style="list-style-type: none"> ✓ Compatibilidade, ✓ percepção da necessidade de substituição da tecnologia ✓ Incerteza 	Regulamentação – possibilitou a geração de energia fotovoltaica em domicílios além da produção em larga escala com fazendas solares.	Res. 482/2012 e 687/2015 – estabelece critérios com a potência e regras para ligação ao sistema de distribuição. Sistema de Medição Líquida ou <i>Net Metering</i> .
Fatores institucionais ou de entorno (pressão competitiva, facilidade de financiamento, evolução da tecnologia anterior e fatores políticos).	Atualmente o principal financiador de instalações de sistemas fotovoltaicos é o BNDES e este exige uma relação mínima de componentes e/ou processos, de procedência nacional que por sua vez não possui isenção fiscal na aquisição de matéria prima	Financiamentos Públicos e privados (14 instituições, sendo 05 específicos para GD residencial).

FONTE: O autor (2021).

A demanda é um dos fatores de difusão que mais propiciam a geração fotovoltaica no Brasil devido a disponibilidade de incidência solar ser muito favorável.

Os diversos períodos de estiagem provocam inúmeros aumentos de tarifa energética e este é considerado um fator decisivo na adoção de SFV residencial. A estiagem também proporciona o interesse de outras fontes participando da matriz energética para garantir a segurança do serviço. Neste contexto foram implantados dois grandes programas de incentivo de geração fotovoltaica, o PRODEEM e o FINAME. Outra ação importante para o desenvolvimento do setor foi a abertura de participações de Leilões específicos desta tecnologia para participar da matriz energética interligada ao sistema SIN.

Os fatores de preço e fatores de entorno evoluíram positivamente no que se refere a facilidade de financiamento, pois houve um incremento com diversas instituições que financiam as instalações fotovoltaicas, porém o maior investidor ainda é o BNDES. No relatório do CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável de 2016 aponta os entraves no financiamento a energia renovável, onde ainda há condições pouco favoráveis pela ausência de fornecedores locais, volatilidade do câmbio e fontes de financiamento restritivas, considerando a necessidade de uma relação mínima de componentes de procedência nacional. Por sua vez a ABNEE Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, que exige a isonomia fiscal para ter uma maior competitividade e fomentar a indústria nacional do setor. Esta associação relaciona que enquanto os módulos fotovoltaicos importados têm isenção de IPI e ICMS, PIS/COFINS no sistema REIDI a indústria nacional paga estes mesmos impostos para a matéria prima de sua produção e quem participa do sistema PADIS precisa investir na Pesquisa e Desenvolvimento do setor, inserindo custo para a indústria brasileira.

O preço do sistema fotovoltaico ainda é um grande impeditivo para a adoção e seriam necessárias algumas ações referentes ao retorno financeiro do investimento, para possibilitar uma maior difusão. A utilização de premiação por geração (tarifas FITs) como ocorre nos países líderes da tecnologia é um bom exemplo de retorno do investimento. Outras ações poderiam ser avaliadas como a utilização do FGTS para aquisição do sistema, dedução no imposto de renda para o adotante.

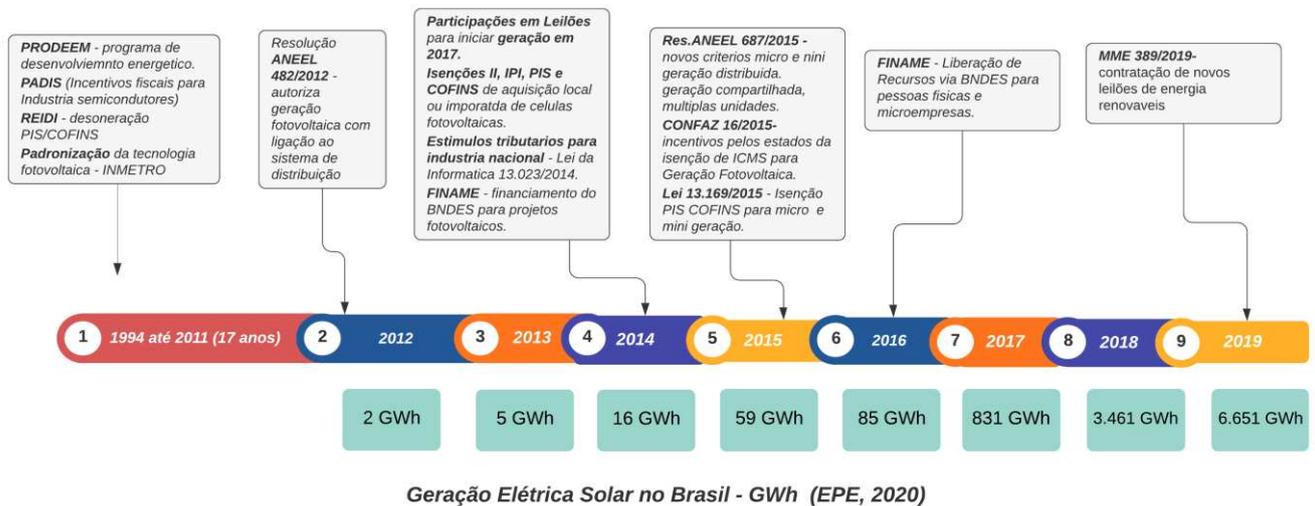
A oferta como um elemento da difusão, refere-se à padronização do produto, cumprimento de prazo, reputação e marketing, neste sentido pode-se destacar a regulação do INMETRO com os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica padronizando o setor. Um

elemento de difusão pouco explorado é o marketing, ainda falta campanhas institucionais divulgando os benefícios e incentivando a aquisição dos sistemas fotovoltaicos. A adoção da tecnologia nos prédios públicos, seria benéfico para oferecer a possibilidade de verificação de funcionamento da mesma e influenciar positivamente os novos adotantes.

A tabela acima explicita os fatores de difusão envolvidos com as políticas públicas implementadas desde o primeiro programa de desenvolvimento energético nacional até os dias contemporâneos, pôde-se observar que foram quase três décadas de ações pouco efetivas para a difusão da energia fotovoltaica resultando com uma participação de 1,1% da matriz energética brasileira. O potencial de geração de energia fotovoltaica é muito promissor, mas deverá existir ações mais concretas para a difusão desta tecnologia.

Para melhor entender a sequência de políticas públicas até a presente data e contrastando com a geração fotovoltaica, segue abaixo a linha do tempo destes eventos. Nos quadros verdes, a evolução em GWh ao longo do tempo.

FIGURA 6 - POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL E GERAÇÃO FOTOVOLTAICA.



Fonte: O autor (2021).

Pode-se notar que o aumento mais expressivo ocorreu a partir de 2017, após diversas ações como abertura de leilões, algumas isenções e de abertura de crédito de financiamento para pessoas físicas e microempresas. Mas não é possível quantificar este efeito sobre a difusão, pois existem segundo as bibliografias já citadas, diversos fatores influenciadores como aumento de tarifas do setor, eficiência

do sistema fotovoltaico e financiamento disponível. O que se pode identificar é que são poucas políticas públicas voltadas a esta tecnologia em um período de 25 anos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alteração da matriz energética convencional para a de fontes renováveis (hidroelétrica, fotovoltaica, eólica e biomassa), em grande escala, representa um grande desafio mundial nas próximas décadas. Em relação à fotovoltaica conclui-se que sua adoção ainda é pequena se comparada a outras fontes de geração de energia. Esse fato se deve a diversos fatores, conforme descrito neste trabalho, entre eles destacados o alto custo e a falta de conhecimento da tecnologia.

A eficácia da difusão do uso de painéis fotovoltaicos, segundo Camargo et al. (2019), depende de um conjunto extenso de fatores, entre os quais: investimento privado, vontade política, lucratividade do negócio. Destaca-se, no entanto, que o conhecimento da tecnologia pelo consumidor é um elemento básico sem o qual não é possível aspirar por um futuro mais sustentável.

Após quase 30 anos desde o decreto que instituiu o PRODEEM, ainda temos uma participação de geração de energia fotovoltaica de 1,1% da matriz energética. Os esforços foram pontuais e não contínuos, faltando um plano nacional para adoção em massa da energia renovável fotovoltaica. A utilização da tecnologia em larga escala por organizações públicas contribuiria com a apresentação dessa tecnologia para público geral, estimulando futuros adotantes e fomentaria a indústria nacional, bem como todo o setor produtivo correlato.

As políticas públicas devem fomentar um ambiente propício que vai muito além de somente isenções tarifárias e a regulamentação do setor. Sem uma proposta governamental para estimular a energia fotovoltaica não é possível medir as ações realizadas, nem ter um planejamento realista da difusão da mesma. A maior parte das ações governamentais foram referente a isenções tarifárias de zerar a alíquota de impostos de placas e módulos importados, que positivamente baixa o custo para a instalação de fazendas solares e uso na geração fotovoltaica residencial, mas em contrapartida não existe uma isenção para a produção nacional da cadeia produtiva.

Dados da REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2020), mostram que atores de políticas locais, como governos municipais, são

responsáveis por um impacto substancial na adoção de energia renovável. Frequentemente, eles definem metas mais ousadas e implementam mais políticas ambiciosas que suas contrapartes nacionais. Uma demonstração de sucesso de difusão com políticas públicas municipais é a cidade de Palmas (TO), que tornou -se um exemplo de cidade sustentável e eficiente ao adotar uma política pública em que o município oferece, por meio do programa Palmas Solar, benefícios fiscais a quem adotar a geração de energia fotovoltaica em residências, comércios ou indústrias. Os descontos chegam até 80% no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) por cinco anos. Além disso, oferece descontos no Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), na primeira transferência do imóvel. Foi esta política pública – Lei complementar nº 327/2015, regulamentada pelo Decreto Municipal nº 1.220/2016 – com seus mecanismos de incentivo à adesão da iniciativa privada ao programa que garantiram um salto de 12 para 786 sistemas fotovoltaicos instalados em Palmas entre 2015 e 2019, considerando dados parciais até novembro do ano corrente. Representando um crescimento de mais de 6.000%. Porém segundo Almeida; Silva; Pessoa (2013), a descontinuidade política prejudica a permanência do Município no projeto.

Observa-se, analisando os dados, que a implementação da tecnologia fotovoltaica para complementar a fonte de geração de energia elétrica, no país, demandará um esforço de cooperação entre o governo federal e os estaduais e municipais, incluindo as instituições públicas e privadas em uma estratégia de adoção da tecnologia. Será necessário avaliar as condições peculiares do país e trazer exemplos de políticas públicas implantadas em outros países que possuem sucesso na difusão da tecnologia. Os países líderes na geração de energia fotovoltaica utilizaram entre diversas ações, as premiações por geração (tarifas FITs), sistema ainda não ofertado no Brasil.

Para pesquisas futuras, seria interessante desenvolver estudos relacionando estratégias de políticas públicas em torno deste setor nos estados e municípios para servir de modelos para outras esferas governamentais.

REFERÊNCIAS

- ABSOLAR 06/2020. **A energia solar, o coronavírus e a recuperação econômica.** Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/a-energia-solar-o-coronavirus-e-a-recuperacao-economica.html>. Acesso em 12/09/20.
- ABNEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, 12/2019. **Isonomia tributária para módulos fotovoltaicos nacionais.** Audiência pública no Senado. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-eventos/2018/28-11-2018-minas-e-energia-discute-crise-na-industria-de-energia-solar/Jorge%20Funaro%20-%20ABINEE.pdf>. Acesso em 01/03/21.
- ANEEL 482/2012. **Resolução normativa nº482, de 17 de abril de 2012.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em 29/05/19.
- ANEEL 687/2015. **Resolução normativa nº687, de 24 de novembro de 2015.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em 29/05/19.
- ANEEL. 2018. **Geração Distribuída.** Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em 03/12/2019.
- AQUILA, G. *et al.* An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews.** v. 70, p. 1090-1098, 2017.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.** 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BELINOVSKI, A. C. **Política de Assistência Social: Avanços e Possibilidades no Centro de Referência Especializado de Assistência Social (CREAS) do Município de Telêmaco Borba/PR.** Monografia (Especialização em Gestão Pública Municipal) Departamento Acadêmico de Gestão e Economia, Universidade Tecnológica federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- BNDES – Banco nacional do desenvolvimento, 2019. **Efetividade em infraestrutura.** Disponível em: https://www.bndes.gov.br/arquivos/relatorioefetividade/destaques_infraestrutura.pdf. Acesso em 13/09/20.
- BNDES – Banco nacional do desenvolvimento, Set/2020. **Energias alternativas.** Financiamento para transformar seu negócio, sua vida e a de gerações de brasileiros. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/dd250544-7283-4b4c-855c-87065f75fadb/BNDES_FOLHETO_20x20_ENERGIAS_130320_spreads.pdf. Acesso em 13/09/20.

CAMARGO, S. L. G. **Fatores que impactam a intenção de uso de painéis solares residenciais no Brasil e a influência do modelo de leasing**. Rio de Janeiro, 2018.

CAMARGO, S. L. G.; FERREIRA, B. J.; GIOVANNINI, J. C.; RAMOS, L. F.; FREITAS, S. A. **Intenção de Uso de Painéis Solares Residenciais no Brasil**. São Paulo. ANPAD. 2019.

CAMPOS, M. A. N.; GAMA, J. L. C. N.; PINTO, M. M. **O Processo de Adoção e Difusão de Novas Tecnologias nas Edificações: uma revisão bibliográfica**. ENEGEB - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28º, 2008, Rio de Janeiro. 2008.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 2016. **Financiamento à energia renovável**. Entraves, desafios e oportunidades. Disponível em: <https://cebds.org/publicacoes/financiamento-a-energia-renovavel/#>. Acesso em 01/03/21.

CRESESB. **Energia Solar**. Princípios e Aplicações. ELETROBRAS. Rio de Janeiro: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica, 2006.

CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica; CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.
COOPER, R. B.; ZMUD, R. W. Information technology implementation research: a technological diffusion approach. **Management Science**, v.36, n.2, p.123-139. 1990.

DAY, G.S; SCHOEMAKER, P.J.H; GUNTER, R.E. **Gestão de tecnologias emergentes: a visão da Wharton School**. Avaliando mercados futuros para novas tecnologias. trad. Zaida Maldonado. Porto Alegre: Bookman, p.121-139, 2003.

DE FRANÇA JR, R. M. **Fatores Determinantes da Adoção da Tecnologia Solar Fotovoltaica Residencial no Brasil**. 2020. 252 f. Dissertação (Mestre em Administração) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

DE FARIA. H.; TRIGOSO, F. B. M.; CAVALCANTI, J. A. M. Review of distributed generation with photovoltaic grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v.75, p. 469-475, 2017.

DOS SANTOS, A.M. **Fatores influenciadores da adoção e infusão de inovações em TI**. Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, IV, 2007. Universidade do Vale do Itajai – Univali, Itajai. 2007.

DOS SANTOS, L.; CANHA, L.; BERNARDON, D. Projection of the diffusion of photovoltaic systems in residential low voltage consumers. **Renewable Energy**. v. 116, p. 384-401, 2018.

DOU 12/2019. **Resolução nº30, de 30 de dezembro de 2019**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-30-de-30-de-dezembro-de-2019-237206913#:~:text=Altera%20para%20zero%20por%20cento,na%20condi%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ex%2DTarif%C3%A1rios.&text=superf%C3%ADcie%20de%2>

[Odeslizamento%20da%20%C3%A1rea,lubrificante%20s%C3%B3lido%20\(modelo%20PMOL\)](#). Acesso em 13/09/20.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Nota Técnica 05/2012. Rio de Janeiro, 2012.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. 2020. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica, Panorama do Consumo (GWh)**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2020_sp.pdf. Acesso em 22/07/2020.

FAGERBERG, J. Innovation: a guide to the literature. In: FAGERBERG, J; MOWERY, D.C; NELSON, R.R. **The Oxford handbook of innovation**. Oxford University Press, 2006.

FRAMBACH, R.T; SCHILLEWAERT, N. Organizational innovation adoption: the multi-level frame work of determinants and opportunities for future research. **Journal of Business Research**, vol. 55, n. 2, pp. 163-176, 2001.

FUGIMOTO, S. K. **A Universalização do Serviço de Energia Elétrica Acesso e Uso Contínuo**. 2005. 264 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

GALDINO, Marco A. E.; LIMA, Jorge H. G.; RIBEIRO, Cláudio M.; SERRA, Eduardo T. **O contexto das energias renováveis no Brasil**. Revista da DIRENG – Diretoria de Engenharia da Aeronáutica, 2000.

GOMES, R. D. M.; JANNUZZI, G. G.; VARELLA, F. K. O. M. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: panorama da atual legislação. Campinas: International Energy Initiative, 2009. Disponível em: http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf. Acesso em: 08/03/21

IUC - Programa Internacional de Cooperação Urbana. **Programa Palmas Solar**. Palmas: Prefeitura Municipal de Palmas/TO, 2018. Relatório técnico Energia Limpa. Disponível em <http://iuc-la.eu/casos-exito-energia-limpia>. Acesso em: 02/09/20.

JARDIM, Carolina Silva. **A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno**. 2007. 148 fl. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

LACCHINI, C.; RÜTHER, R. The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. **Renewable Energy**, v. 83, p. 786–798, 2015.

MALERBA, FRANCO. Sectoral Systems and Innovation and Technology Policy. **Revista Brasileira de Inovação**. Bocconi University .V. 2 n. 2, p.329 – 375, Jul 2003.

MARTINE, G., OJIMA, R., MARANDOLA, E. **Série População e Desenvolvimento Sustentável Dinâmica populacional e a Agenda Ambiental Brasileira: Distribuição espacial, desastres naturais e políticas de adaptação**. 1ª edição – 2014 Ministério do Meio Ambiente.

MELIN, M. F. M.; CAMIOTO, F. D. C. A importância de incentivos governamentais para aumentar o uso da energia solar. **Revista GEPROS – Gestão da produção, Operações e Sistemas**. V. 14, n. 5, p. 89-108, 2019.

MIR ARTIGUES, P.; DEL RIO, P. **Combining Tariffs, Investment Subsidies and Soft Loans in a Renewable Electricity Deployment Policy**. Instituto de Economia de Barcelona- IEB. Universidade de Barcelona, v.23, 2014.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, Set/2018. **Anúncio de recursos para energia renovável**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/15119-governo-anuncia-recursos-para-expans%C3%A3o-da-oferta-de-energia-fotovoltaica.html>. Acesso em 13/09/20.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, Jun/2020. **Protocolo de Quioto**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto.html>. Acesso em 04/06/20.

MDIC - Ministério da economia, indústria, comércio exterior e serviços. **Energia solar fotovoltaica**. 2018. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/sustentabilidade/energia-renovavel> . Acesso em 29/05/19.

NASCIMENTO, T. S. S., SOUZA, F. O., MORAIS, L. A., CARVALHO, E. F. (2020a). Percepção dos impactos socioambientais da energia eólica no Sertão Paraibano. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.2, p.99-109.

NASCIMENTO, F. M.; SILUK, J. C. M.; SAVIAN, F. D. S.; GARLET, T. B.; PINHEIRO, J. R.; RAMOS, C. (2020b). Factors for Measuring Photovoltaic Adoption from the Perspective of Operators. **Sustainability**. V12.

NETO, Manuel Rangel Borges. CARVALHO, Paulo Cesar Marques. **Energia solar fotovoltaica no semi-árido: Estudo de caso sobre a atuação do PRODEEM em Petrolina-PE**. 2006.

ONU – Organização das Nações Unidas, Jun/2017. **Roteiro para a Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/06/Roteiro-para-a-Localizacao-dos-ODS.pdf>. Acesso em 26/05/20.

ONU - Organização das Nações Unidas, 2016. **Roteiro para a Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Implementação e Acompanhamento no nível subnacional**. Adaptado por ONU-BR. 2016.

PERES, R.; MULLER, E.; MAHAJAN, V. (2010) Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions. **Intern. J. of Research in Marketing**, n.27, p.91-106.

REN21. **Renewables 2020 – Global Status Report**. Disponível em: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>. Acesso em: 19/08/20.

RIBEIRO, Wagner Costa. **A ordem ambiental internacional**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2001.

ROGERS, E. M. **Diffusion of Innovations**. 5 ed. New York: Free Press, 2003.

SINDE CANTORNA, A.I; DIÉGUEZ CASTRILLÓN, M.I; GUEIMONDE CANTO, A. Difusión y adopción de nuevas tecnologías: propuesta de marco conceptual; **Revista ICADE**, n. 70, p. 269-292, Espanha, 2007.

SOLANGI, K. H.; ISLAM, M. R.; SAIDUR, R.; RAHIM, N. A.; FAYAZ, H. A review on global solar energy policy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 4, p. 2149–2163, 2011.

VARELLA, F. K. O. M.; CAVALIERO, C.K. N.; SILVA, E. P. Sistemas Fotovoltaicos no Brasil: Estimativa do Índice de Nacionalização. **Revista Brasileira de Energia**, v. 17, n. 2, p. 193-216, 2011.