UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TAYNARA POLYANNA ROCHA COSTA

A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: DESAFIOS DE SUA EXPANSÃO DADAS AS INCERTEZAS POLÍTICAS E REGULATÓRIAS DO SETOR

JUIZ DE FORA
2021

TAYNARA POLYANNA ROCHA COSTA

A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: DESAFIOS DE SUA EXPANSÃO DADAS AS INCERTEZAS POLÍTICAS E REGULATÓRIAS DO SETOR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado remotamente a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientador: Professora D. Sc. Cristina Márcia Barros de Castro

JUIZ DE FORA

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Costa, Taynara Polyanna Rocha.
A Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Desafios de Sua Expansão Dadas as Incertezas Políticas e Regulatórias do Setor / Taynara Polyanna Rocha Costa. -- 2021.
62 p. : il.

Orientadora: Cristina Márcia Barros de Castro
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2021.

1. Energia Solar Fotovoltaica. 2. Resolução Normativa. 3. Incertezas. I. Castro, Cristina Márcia Barros de, orient. II. Título.

TAYNARA POLYANNA ROCHA COSTA

A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: DESAFIOS DE SUA EXPANSÃO DADAS AS INCERTEZAS POLÍTICAS E REGULATÓRIAS DO SETOR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado remotamente a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Produção.

Aprovado em 18 de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Professora D. Sc., Cristina Márcia Barros de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Professora D. Sc., Clarice Breviglieri Porto

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Professora D. Sc., Roberta Cavalcanti Pereira Nunes

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

AGRADECIMENTOS

"Nada acontece que Deus não tenha previsto desde toda a eternidade."
(Santa Terezinha do Menino Jesus)

Meu agradecimento primeiramente a Ele por ter me permitido realizar o sonho de cursar Engenharia de Produção na Universidade Federal de Juiz de Fora, por renovar a minha fé a todo o momento, pela proteção durante todos os anos de faculdade no caminho entre Bicas e Juiz de Fora, por sempre iluminar e guiar meus caminhos.

À minha mãe, pelo amor incondicional e perseverança em me fazer feliz e realizada. Obrigada por ter acreditado em mim!

Ao meu avô e minha madrinha por todo carinho e pelas orações.

Agradeço ao Guilherme que viveu ao meu lado essa jornada. Com nosso amor, amizade, companheirismo e respeito, subimos juntos mais um degrau.

À minha orientadora Cristina por todo suporte para a conclusão deste trabalho.

Por fim, aos amigos de longa data, COPEB pra vida e Lindos da Prod pelo companheirismo e parceria.

Minha gratidão a cada um de vocês!

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo discutir os desafios da expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil diante das incertezas políticas e regulatórias de incentivo ao setor. O procedimento metodológico adotado foi a pesquisa bibliográfica e, por se tratar de um tema novo, informações de órgãos governamentais, de legislações voltadas ao setor e publicações disponibilizadas na Internet. No Brasil, apesar dos altos níveis de irradiação solar, a participação da fonte fotovoltaica em sua matriz elétrica ainda é pouco significativa. Observa-se que os países líderes mundialmente no mercado de geração de energia solar fotovoltaica receberam incentivos fiscais, subsídios governamentais, empréstimos a juros reduzidos, redução de impostos e apoio à pesquisa e desenvolvimento. Verifica-se que a fonte de energia solar ainda não é um mercado consolidado no Brasil, portanto, é importante avaliar as políticas públicas de incentivos e subsídios que gerem maior segurança no sistema de geração de energia, bem como apresentar e discutir as mudanças que têm sido propostas, para que essa fonte ganhe maior representatividade na matriz elétrica brasileira.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Resolução Normativa, Incertezas.

ABSTRACT

This paper aims to discuss the challenges of the expansion of photovoltaic solar energy in Brazil in the face of political and regulatory uncertainties of the sector's incentives. The methodological procedure adopted was bibliographic research and, as this is a new theme, information from government agencies, from legislation directed at the sector and publications available on the Internet. In Brazil, despite the high levels of solar irradiation, the participation of the photovoltaic source in its electrical matrix is still not very significant. It is observed that the countries that are world leaders in the photovoltaic solar energy generation market have received fiscal incentives, government subsidies, low interest loans, tax reductions and support for research and development. It can be seen that the solar energy source is not yet a consolidated market in Brazil, so it is important to evaluate the public policies of incentives and subsidies that generate greater security in the energy generation system, as well as to present and discuss the changes that have been proposed, so that this source gains greater representation in the Brazilian electricity matrix.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy, Normative Resolution, Uncertainties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz Elétrica Brasileira 2020……...… 14

Figura 2 - Repartição da oferta interna de energia - OIE……. 19

Figura 3 - Participação de renováveis na matriz energética……..... 20

Figura 4 - Estrutura atual do setor elétrico brasileiro……... 22

Figura 5 - Caracterização do Setor Elétrico Brasileiro……..... 24

Figura 6 - Estrutura de Transmissão do Sistema Interligado Nacional 2019…….…….…..... 25

Figura 7 - Participação de cada fonte na geração distribuída - Brasil 2020……..……..... 27

Figura 8 - Placas fotovoltaicas instaladas no telhado de uma residência para a geração de eletricidade……... 29

Figura 9 - Usina de eletricidade fotovoltaica……... 30

Figura 10 - Evolução da capacidade instalada acumulada no mundo (2011 a 2020)……..... 31

Figura 11 - Mapa de irradiação solar direta normal diária - média anual……..... 36

Figura 12 - Número de projetos e potência outorgada por fase, para a fonte solar fotovoltaica. …….…… 37

Figura 13 - Esquemático do *net-metering*…… 39

Figura 14 - Evolução dos preços dos sistemas fotovoltaicos por faixa de potência (2013 a 2018)……...……..... 41

Figura 15 - Benefícios da fonte solar fotovoltaica……... 42

Figura 16 - Radiação solar diária - média anual típica (Wh/m².dia)..... 43

Figura 17 - Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil……... 44

Figura 18 - Peso de cada componente tarifária na composição total da tarifa……..... 46

Figura 19 - Alternativas avaliadas para aplicação no sistema de Compensação de Energia Elétrica…….....48

Figura 20 - Regra proposta para Geração Distribuída Local …….…… 49

Figura 21 - Evolução do *payback* para Geração Distribuída Local ……..... 49

Figura 22 - Regra proposta para Geração Distribuída Remota ……..……. 50

Figura 23 - Evolução do *payback* para Geração Distribuída Remota ……..... 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Oferta interna de energia 2020/2019……... 21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Componentes tarifárias consideradas em cada alternativa ……...…….. 48

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABINEE: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

ABSOLAR: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

ACL: AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE

ACR: AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA

ANEEL: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

BNDES: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL

CCEE: CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

CMSE: COMITÊ DE MONITORAMENTO DO SETOR ELÉTRICO

CNPE: CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA

COBEI: COMITÊ BRASILEIRO DE ELETRICIDADE, ELETRÔNICA, ILUMINAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES

CONFAZ: CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA

EPE: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA

ICMS: IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS

IEA: AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA

INPE: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

IPI: IMPOSTO SOBRE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS

MME: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

OCDE: ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

OIE: OFERTA INTERNA DE ENERGIA

ONS: OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO

PDE: PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA

PNE: PLANO NACIONAL DE ENERGIA

PRODEEM : PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO DE ESTADOS E MUNICÍPIOS

PROGD: PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA

SIN: SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

TE: TARIFA DE ENERGIA

TEP: TONELADAS EQUIVALENTES DE PETRÓLEO

TUSD: TARIFA DE UTILIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO

TUST: TARIFA DE UTILIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSMISSÃO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **14**

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 15
1.2 JUSTIFICATIVA 16
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 16
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 17
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 17
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 18

2. O SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO **19**

2.1 AS PRINCIPAIS FONTES ENERGÉTICAS 19
2.2 ESTRUTURA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO 21
2.3 SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL 23
2.4 GERAÇÃO CENTRALIZADA 26
2.5 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA 27

3. A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA **29**

3.1 ENERGIA SOLAR NO MUNDO 30
3.1.1 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE INCENTIVO AO SETOR 32
3.2 ENERGIA SOLAR NO BRASIL 35
3.2.1 PRINCIPAIS INCENTIVOS NO BRASIL 37
3.2.2 EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL 40
3.2.3 VANTAGENS SOCIOAMBIENTAIS 41
3.2.4 POTENCIAL BRASILEIRO DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR 42

4. AVALIAÇÃO DAS QUESTÕES LEGAIS, POLÍTICAS E REGULATÓRIAS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL **45**

4.1 REVISÃO DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482 45
4.1.1 COMPOSIÇÃO TARIFÁRIA 45
4.1.2 ALTERNATIVAS PARA O MODELO DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA 47

4.2 INCERTEZAS REGULATÓRIAS DO SETOR 51
4.3 INCERTEZAS POLÍTICAS DO SETOR 52
4.4 ANÁLISE CRÍTICA 53

5. CONCLUSÕES 56

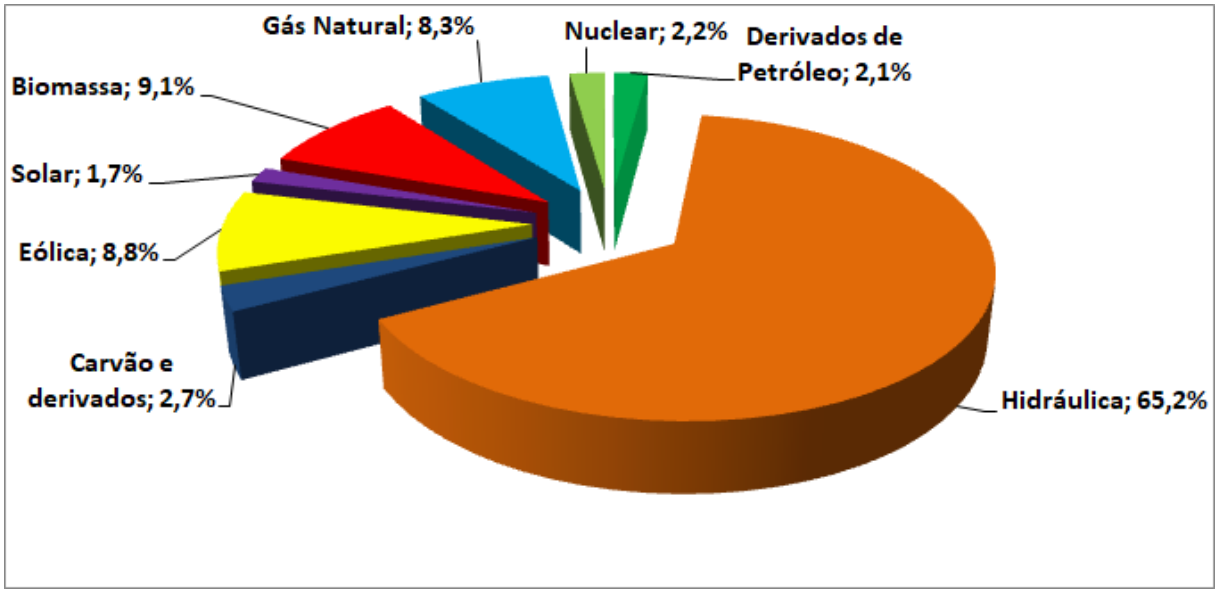
REFERÊNCIAS 58

ANEXO A - TERMO DE AUTENTICIDADE 62

1. INTRODUÇÃO

A principal fonte geradora de energia elétrica no Brasil, de acordo com o Relatório do Balanço Energético Nacional de 2021 - ano base de 2020 (EPE, 2021), ainda é a hidráulica, como pode ser visto na Figura 1 abaixo.

Figura 1: Matriz Elétrica Brasileira 2020.



Fonte: Adaptado de EPE (2021).

Embora a matriz elétrica brasileira possa ser considerada renovável, existe uma crescente preocupação com a preservação ambiental e, diante do aumento na demanda por energia, busca-se soluções sustentáveis para a diversificação da matriz elétrica. Este é um dos grandes desafios: suprir a demanda energética com sustentabilidade ambiental. E o Governo, além de regular, pode incentivar o desenvolvimento das soluções sustentáveis através de políticas públicas (NUNES, 2019).

O Brasil é um país com características naturais que proporcionam um enorme potencial de geração de energia elétrica de forma sustentável, como é o caso da energia solar devido a alta insolação, e da energia eólica pelo grande volume de ventos. Mas, muitos desafios ainda são impostos, como expõe Nunes (2019, p.2):

> "O custo e a disponibilidade de serviços técnicos são fatores que dificultam a expansão. É preciso facilitar o acesso ao financiamento e propiciar segurança do investimento, ofertando ao consumidor, produtos e componentes de qualidade, com serviços especializados de instalação e assistência técnica com preços acessíveis.

> Entra aí, portanto, a importância das políticas públicas para impulsionar o desenvolvimento do setor, inclusive com atração de investimentos e estímulo aos empreendedores do estado" (NUNES, 2019, p.2).

Essas barreiras à expansão das energias limpas devem ser eliminadas ou reduzidas. Com políticas de incentivo ao setor torna-se possível potencializar o acesso e a geração tecnológica, a formação de profissionais qualificados, a redução dos custos e a disseminação para o uso dessas energias. Mas, a crise econômica enfrentada pelo Brasil tem afetado os investimentos e ameaçado o *boom* da geração de energia solar fotovoltaica.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A energia solar fotovoltaica vem ganhando importância e representatividade no Brasil. Villalva (2016) destaca que a energia solar fotovoltaica tem uma característica que não se encontra em nenhuma outra fonte:

> "Ela pode ser usada em qualquer local, gerando eletricidade no próprio ponto de consumo, sem a necessidade de levar a energia para outro lugar através de linhas de transmissão ou redes de distribuição. Além disso, diferentemente de outras fontes de energia, ela pode ser empregada em praticamente todo o território nacional, em áreas rurais e urbanas" (VILLALVA, 2016, p.9).

Nos últimos anos, pode-se observar uma expansão da geração fotovoltaica no Brasil e no mundo. Alguns dos aspectos que podem ter colaborado para esse crescimento são a maior conscientização da população em termos ambientais, o desenvolvimento de tecnologias, a redução do preço dos sistemas fotovoltaicos e também os diversos incentivos políticos e regulatórios do governo, os quais proporcionaram a isenção de ICMS sob os geradores fotovoltaicos, o estímulo a geração de energia pelos próprios consumidores, a isenção de impostos na geração distribuída, maiores facilidades de financiamento para sistemas fotovoltaicos, entre outros.

No ano de 2012, com a aprovação da Resolução Normativa nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que regulamentou a geração distribuída de fontes renováveis, a energia solar fotovoltaica tornou-se uma importante fonte de complementação energética, representando o marco inicial da geração solar distribuída no Brasil.

A fonte solar fotovoltaica encontra-se em processo de desenvolvimento no país. E nessa fase merece incentivo para que passe a assumir uma parcela representativa e satisfatória na matriz elétrica brasileira.

Entretanto, no ano de 2019, levantou-se a discussão no Congresso Nacional a respeito do corte ao incentivo a fontes renováveis diante da constatação de que o mercado de renováveis já está maduro o suficiente (BITENCOURT; CUNTO, 2019). A Normativa nº 482 também está passando por seu 3º processo de revisão, em que a discussão é a alteração da forma como são compensados os créditos de energia.

A incerteza característica do Brasil e o comportamento da ANEEL, impõe desafios ao setor, que vê a geração distribuída em possível situação de risco. O trabalho busca, portanto, avaliar incentivos e propostas que possam transcender os desafios de expansão do setor diante as mudanças nas regras.

1.2 JUSTIFICATIVA

A queda no custo dos sistemas fotovoltaicos e os avanços tecnológicos do setor têm permitido que a fonte solar ganhe eficiência e competitividade em todo o mundo (VARGAS, 2019). Mas, com as propostas de mudanças nas regras em discussão na ANEEL, o ritmo crescente de expansão pode ser afetado.

Neste aspecto é que o presente trabalho tem seu valor, ao avaliar os incentivos criados e as mudanças propostas em relação às questões legais, regulatórias e tributárias na geração de energia solar fotovoltaica de forma a não afetar a continuidade de expansão da fonte que tem um grande potencial de crescimento no Brasil.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho proposto abordou os desafios da expansão da energia solar fotovoltaica no que diz respeito às incertezas políticas e regulatórias voltadas ao setor solar, descrevendo o cenário atual e abordando as mudanças propostas com o objetivo de avaliar as alternativas. Inicialmente, o estudo é fundamentado por pesquisas bibliográficas para compor uma base teórica, visando um melhor entendimento do setor energético brasileiro e sua matriz, onde se observa que a fonte, objeto de estudo deste trabalho, é uma das fontes de energia, segundo Villalva (2016), cujo uso mais cresce em todo o mundo.

Diante disso, o trabalho proposto realizou um diagnóstico da energia solar no mundo e no Brasil e analisou o histórico de expansão e o potencial de geração da fonte solar com as projeções futuras. Também detalhou os principais incentivos para a energia solar fotovoltaica no mercado brasileiro para posteriormente fazer uma análise comparativa com o mercado internacional.

Por fim, o trabalho analisou os incentivos regulatórios e de políticas públicas praticadas, as mudanças propostas na legislação, na tributação, o financiamento bancário e os investimentos realizados para o setor nos outros países, avaliando a aplicabilidade no setor elétrico brasileiro.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

Objetivo geral:

Discutir os desafios da expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil diante das incertezas políticas e regulatórias de incentivo.

Objetivos específicos:

- Apresentar um panorama do setor energético e a estrutura elétrica no Brasil;
- Analisar a representatividade da energia solar no Brasil e no mundo;
- Apresentar a expansão da energia solar, as projeções futuras e o potencial de geração;
- Conhecer os benefícios da energia solar no Brasil;
- Detalhar e analisar os incentivos existentes, o sistema de tributação, os investimentos realizados e as mudanças propostas na legislação;
- Avaliar a aplicabilidade dos incentivos regulatórios e de políticas públicas de outros países no setor elétrico brasileiro;
- Discutir propostas que possam transcorrer os desafios da expansão.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O trabalho proposto é de natureza exploratória, buscando familiarização com o objeto de estudo, construindo-se uma base teórica a partir da pesquisa bibliográfica.

A abordagem é definida como qualitativa e à medida do desenvolvimento da pesquisa pode ser considerada descritiva, pois busca-se analisar, compreender e interpretar o

mercado para propiciar uma avaliação dos desafios da expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil diante as incertezas políticas e regulatórias, além da avaliação dos investimentos realizados no setor de abordagem quantitativa.

Por se tratar de um tema relativamente novo, as principais fontes de informações utilizadas foram de órgãos governamentais, legislações voltadas ao setor e publicações disponibilizadas na Internet.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos.

O Capítulo 1 descreveu a introdução sobre o tema, a justificativa, os objetivos da pesquisa, o método a ser utilizado e a organização do trabalho.

No Capítulo 2 foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do setor energético brasileiro, apresentando as principais fontes. Neste capítulo também foi apresentada a estrutura do setor elétrico e detalhado o Sistema Interligado Nacional, além de abordar a geração centralizada e distribuída.

No Capítulo 3 foi apresentado os conceitos e toda a construção teórica relativa a energia solar fotovoltaica. Neste capítulo também foram apresentados aspectos da energia solar fotovoltaica no mundo. Assim como os principais incentivos no Brasil, a expansão da fonte, o potencial de geração e as vantagens socioambientais.

No Capítulo 4, objeto de estudo, foram avaliadas as alternativas propostas para o Sistema de Compensação de Energia Elétrica no Brasil, a composição tarifária e as incertezas das questões legais, políticas e regulatórias frente aos desafios da expansão da energia solar fotovoltaica, analisando, por fim, de forma crítica as discussões apresentadas no capítulo.

No capítulo final foram apresentadas as conclusões tiradas do desenvolvimento do tema em análise.

2. O SETOR DE ENERGIA BRASILEIRO

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019b), o setor energético compreende as indústrias que transformam energia primária – fontes oriundas da natureza - em energia secundária – resultante da transformação de fontes primárias (como a transformação do petróleo em gasolina nas refinarias).

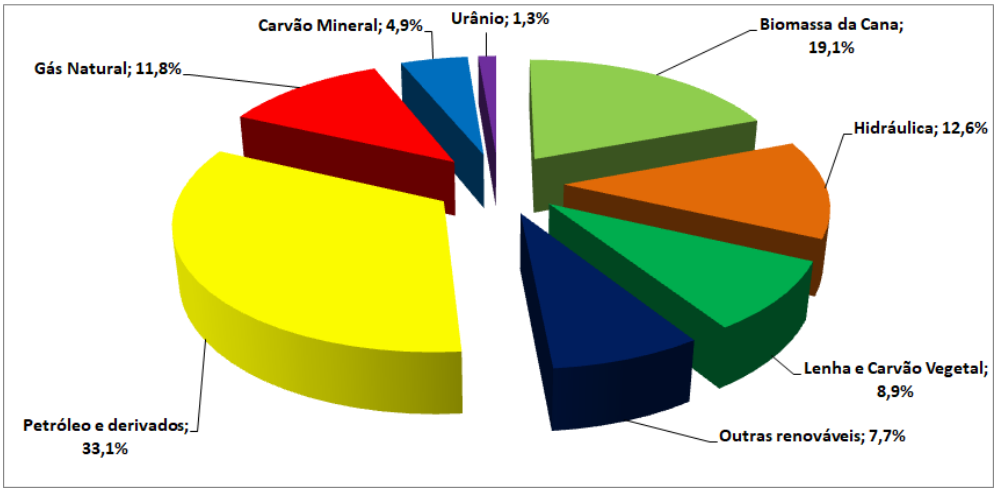
O planejamento energético consiste em definir antecipadamente quais serão as necessidades futuras de energia, considerando uma previsão do crescimento populacional e da demanda energética, para projetar como o país poderá atendê-las. Tal planejamento é de responsabilidade do Ministério de Minas e Energia (MME) com o apoio de estudos da EPE.

Segundo dados do Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional – Ano base 2019 (EPE, 2020), a Oferta Interna de Energia (OIE), que corresponde a energia total disponibilizada no país, em 2019, foi de 294,0 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo), um acréscimo de 1,4% em relação ao ano de 2018. O crescimento das fontes eólica e solar na geração de energia elétrica colaboraram para esse incremento.

2.1 AS PRINCIPAIS FONTES ENERGÉTICAS

Para o planejamento energético, é necessário examinar as fontes de energia que se tem disponíveis e as suas particularidades. De acordo com o Relatório do Balanço Energético Nacional de 2021 - ano base de 2020 (EPE, 2021), a matriz energética brasileira possui a seguinte estrutura, conforme a Figura 2.

Figura 2: Repartição da oferta interna de energia - OIE.

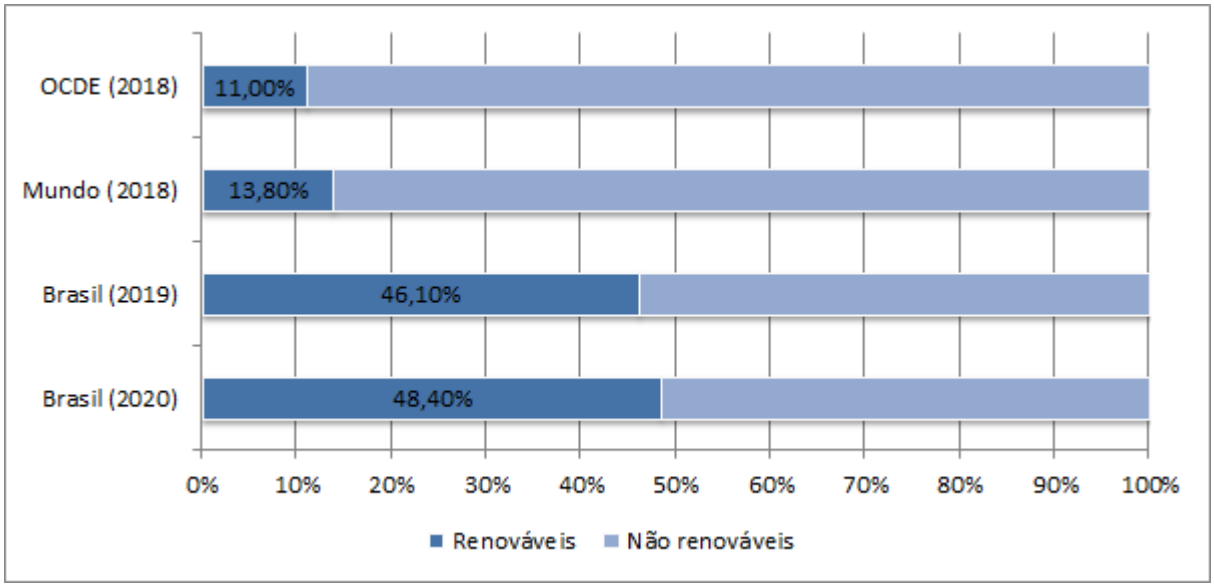


Fonte: Adaptado de EPE (2021).

Apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior, o Brasil usa mais fontes renováveis que o restante do mundo. As fontes renováveis – lenha e carvão vegetal, biomassa, hidráulica, lixívia e outras renováveis- juntas, correspondem a 48,4% da matriz energética nacional.

Na Figura 3, a seguir, pode-se comparar o consumo de energia proveniente de fontes renováveis e não renováveis no Brasil e no mundo.

Figura 3: Participação de renováveis na matriz energética.



Fonte: Adaptado de EPE (2021).

Observa-se, na Figura 3, um crescimento na participação das fontes renováveis no Brasil, de 46,1% para 48,4%; uma vantagem bem expressiva do Brasil em relação aos 11% dos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico – OCDE (a maioria desenvolvidos) e em torno de 14% da média mundial. Ou seja, a matriz energética brasileira é mais renovável que a matriz mundial.

A Tabela 1 mostra a composição da OIE de 2019 e 2020, na qual se observa um aumento na participação das fontes renováveis.

Tabela 1: Oferta interna de energia 2020/2019.

Fonte (Mtep)	**2019**	**2020**	Δ 20/19
RENOVÁVEIS	*135,6*	*139,1*	*2,5%*
Energia hidráulica	36,4	36,2	-0,4%
Biomassa de cana	52,8	54,9	4,0%
Lenha e carvão vegetal	25,7	25,7	-0,1%
Eólica	4,8	4,9	1,9%
Solar	0,5	0,9	61,5%
Outras renováveis	15,7	16,4	4,5%
NÃO RENOVÁVEIS	*158,3*	*148,5*	*-6,2%*
Petróleo e derivados	100,9	95,2	-5,6%
Gás natural	35,9	33,8	-5,8%
Carvão mineral	15,4	14,0	-9,1%
Urânio	4,3	3,7	-13,2%
Outras não renováveis	1,8	1,7	-4,9%

Fonte: Adaptado de EPE (2021).

Por meio da análise da Tabela 1, é visível que o crescimento mais expressivo decorre da energia solar, com um crescimento entre os anos de 2019 e 2020 de 61,5%. Apesar de ainda corresponder a uma pequena parcela da oferta de energia interna, a fonte solar vem ganhando destaque no mercado.

De maneira geral, houve um aumento de 2,5% das fontes renováveis, sendo a energia hidráulica a renovável que mais recuou (-0,4%). A geração eólica teve um crescimento menos expressivo, de 1,9%. A oferta do agregado lenha e carvão vegetal teve um sutil declínio, de 0,1%. Também pode-se observar na Tabela 1 a retração da oferta das fontes não renováveis (petróleo e derivados, gás natural, carvão mineral, urânio e outras não renováveis), em decorrência da pandemia da COVID-19 (EPE, 2021).

2.2 ESTRUTURA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O novo modelo brasileiro de comercialização de energia elétrica, através do decreto 5.163/2004, passou a contar com dois ambientes de contratação: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Na configuração vigente, há ainda o mercado de curto prazo ou mercado de diferenças (CCEE, 2019a).

No Ambiente de Contratação Regulada participam agentes de geração e de distribuição no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica. As

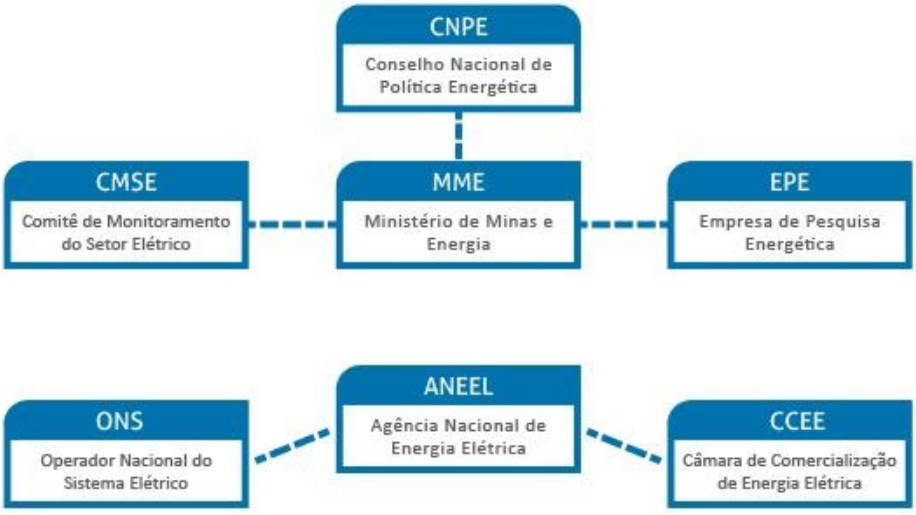
distribuidoras desse ambiente, com o propósito de atingir a redução tarifária, criaram no modelo atual os leilões como instrumento de compra de energia elétrica. Os leilões são realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por representação da Agência Nacional de Energia Elétrica, e utilizam o critério de menor tarifa, visando a redução do custo de aquisição da energia elétrica a ser repassada aos consumidores cativos, que são aqueles que compram a energia das distribuidoras às quais estão ligados (CCEE, 2019c).

Já no Ambiente de Contratação Livre também participam comercializadores, importadores e exportadores, além dos consumidores (sendo eles livres e especiais). Os preços são livremente negociados na geração e comercialização de energia elétrica (CCEE, 2019c).

No mercado de curto prazo, também conhecido como mercado de diferenças, é promovido o ajuste entre o que foi contratado e o volume medido de energia, ou seja, são contabilizadas e liquidadas as diferenças entre os montantes de energia elétrica contratados pelos agentes e os montantes de geração e de consumo efetivamente apurados e concedidos aos respectivos agentes (CCEE, 2019a).

De acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, o novo modelo do setor elétrico está estruturado para garantir a segurança no abastecimento de energia elétrica, promover a universalização do serviço de atendimento e também a redução tarifária e de preços (CCEE, 2019c). Na Figura 4 está a atual estrutura das instituições do setor elétrico brasileiro.

Figura 4: Estrutura atual do setor elétrico brasileiro.



Fonte: CCEE (2019b).

Ao ser implantado, em 2004, o atual modelo do setor elétrico brasileiro criou novas instituições e alterou funções de outras já existentes que estão descritos a seguir conforme a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (2019b):

- Conselho Nacional de Política Energética (CNPE): órgão responsável pela formulação de políticas e diretrizes que assegurem o abastecimento de insumos energéticos em todo o país. Além disso, deve revisar periodicamente as matrizes energéticas e estabelecer diretrizes para programas específicos às diversas regiões do país;
- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE): instituição que objetiva avaliar permanentemente a segurança no abastecimento de energia elétrica no país;
- Ministério de Minas e Energia (MME): órgão responsável pela condução das políticas energéticas do país, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo CNPE. Também tem a responsabilidade de estabelecer o planejamento energético nacional, monitorar a segurança no abastecimento do setor elétrico e manter o equilíbrio entre a oferta e demanda de energia;
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE): instituição responsável pelo planejamento energético de longo prazo, com a realização de estudos, pesquisas, projeções e análises para apoiar o MME;
- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS): instituição responsável pela operação, supervisão e controle das instalações de geração e administração da rede de transmissão nos sistemas interligados nacionais;
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): órgão regulador e fiscalizador da produção, transmissão, distribuição e comercialização do setor de energia elétrica. Também é de responsabilidade da ANEEL zelar pela qualidade dos serviços prestados, pela inserção social e pela definição das tarifas;
- Câmara de Comercialização da Energia Elétrica (CCEE): órgão responsável por operar o mercado de energia elétrica.

2.3 SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

De acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2020), o Sistema Interligado Nacional (SIN) é um complexo hidro-termo-eólico de grande porte para produção

e transmissão de energia elétrica no Brasil sob coordenação e controle do ONS e fiscalizado e regulado pela ANEEL.

O Sistema Interligado, o ONS e a ANEEL, juntos, são responsáveis pelo detalhamento, planejamento e programação de operação; proposição de ampliação e reforço na rede básica de estrutura elétrica; e estudo de segurança operacional para manter o sistema elétrico funcionando com o menor tempo de interrupção possível.

A operação dos sistemas de reservatórios é realizada em tempo real, o que permite o gerenciamento do armazenamento de água nos reservatórios.

O SIN é composto por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. A caracterização do Setor Elétrico Brasileiro pode ser vista na Figura 5 a seguir. A interligação possibilita a transferência de energia entre subsistemas, propicia o maior aproveitamento dos recursos hídricos e permite o suprimento do mercado consumidor com segurança, economia e maior flexibilidade (ONS, 2020).

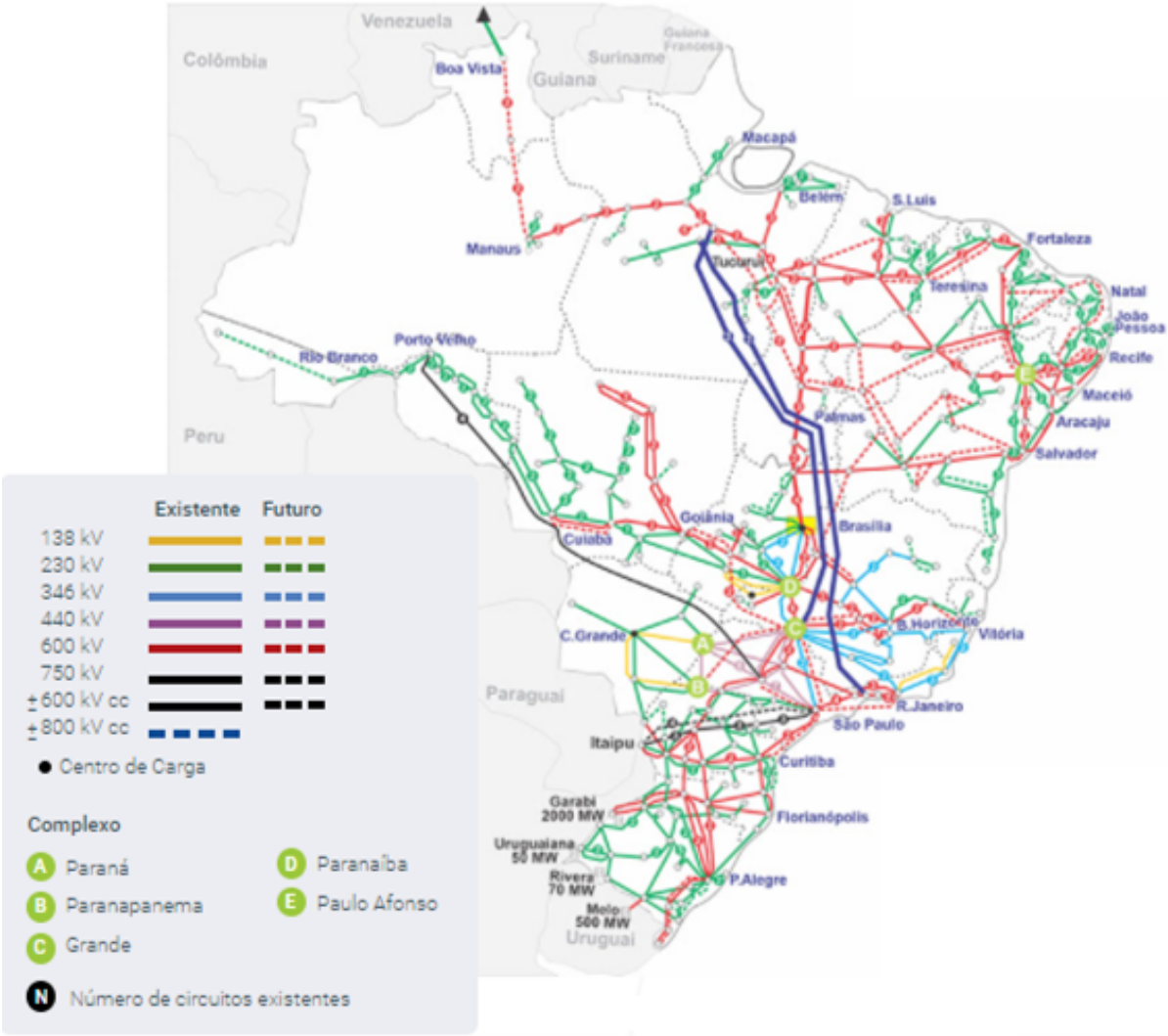
Figura 5: Caracterização do Setor Elétrico Brasileiro.

Fonte: CARDOSO (2003).

A capacidade instalada de geração do SIN é composta, principalmente, por usinas hidrelétricas distribuídas em dezesseis bacias hidrográficas nas diferentes regiões do país. Atualmente, existem 235 localidades isoladas no Brasil (ONS, 2020). Como pode ser visto na Figura 5, a maior parte das comunidades isoladas está na região Norte. O consumo nessas localidades de difícil acesso representa apenas, aproximadamente, 1% da carga total do país, sendo a demanda elétrica dessas localidades suprida, principalmente, por térmicas.

O sistema nacional de transmissão pode ser observado através do esquema explicativo apresentado na Figura 6.

Figura 6: Estrutura de Transmissão do Sistema Interligado Nacional 2019.



Fonte: ONS (2020).

As linhas de transmissão, representadas na Figura 6, são responsáveis pela transferência de energia elétrica entre os subsistemas, permitindo o maior aproveitamento e o abastecimento do mercado. As linhas pontilhadas são aquelas previstas para serem construídas. As cores são diferenciadas de acordo com a tensão transmitida e os pontos representam os centros de carga. O que se destaca na figura é que existem mais linhas de transmissão nas regiões de maior demanda energética.

O sistema solar fotovoltaico pode ser classificado de acordo com a necessidade e a maneira em que é empregado pelo consumidor, podendo ser isolado, ou seja, não interligado ao SIN, distribuído ou centralizado (SILVA, 2006).

2.4 GERAÇÃO CENTRALIZADA

A geração centralizada compreende um sistema de grande complexidade, com plantas de geração realizadas em grandes usinas (termoelétricas, nucleares, hidroelétricas, eólicas, etc.) distantes do consumo e conduzidas por linhas de transmissão de eletricidade em grandes distâncias até os pontos de consumo (casas, iluminação pública, indústrias, entre outros). O sistema elétrico centralizado abrange, portanto, a geração, transmissão e distribuição da energia elétrica. A geração centralizada, no Brasil, conta com uma boa estruturação, com controle, segurança e qualidade de energia elétrica bem dominados.

No Brasil, as usinas solares fotovoltaicas de geração centralizada vendem energia elétrica diretamente à CCEE via leilões da ANEEL, com contratos celebrados no Ambiente de Contratação Regulada (SEBRAE, 2018).

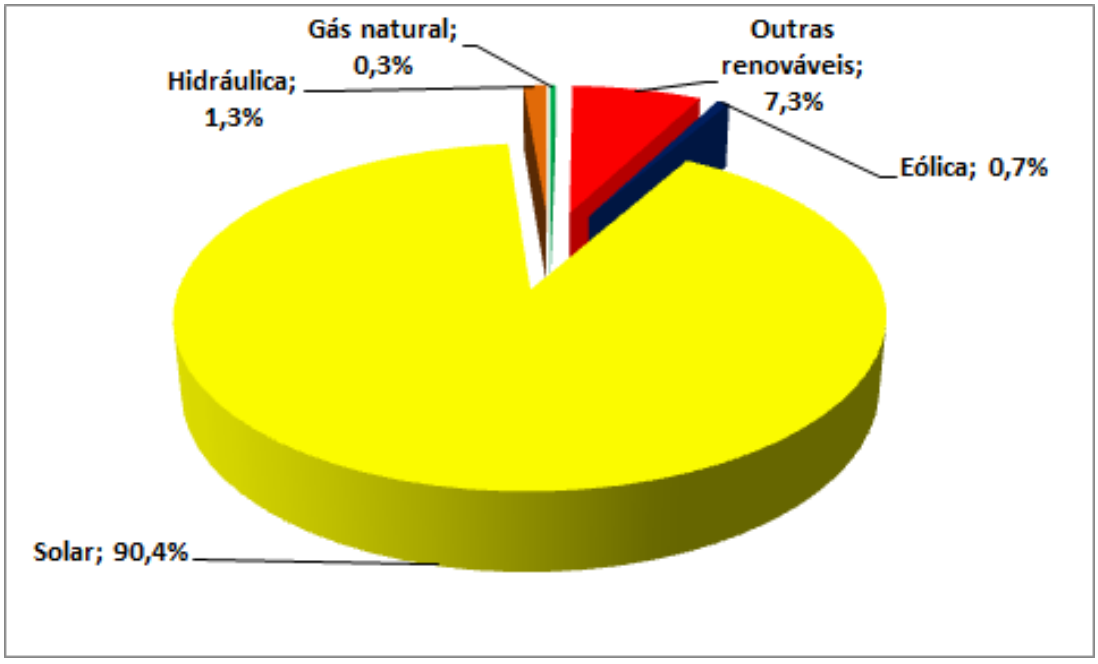
No ano de 2014 houve a primeira contratação de energia solar de geração pública centralizada, com capacidade de 890 MW, ao preço médio de venda de R$215,50/MWh. No ano de 2015 foram realizados mais dois leilões para abastecimento em 2017 e 2018 com energia contratada de 2.653 MW. Até 2019 foram realizados 7 certames com energia solar.

Com a crescente demanda de energia, evidenciada em maior escala nos grandes centros, um outro tipo de geração que tem como característica a proximidade entre a produção e o consumo vem tomando força. A esta geração dá-se o nome de Geração Distribuída (GD) e será abordada com mais detalhes no item 2.5.

2.5 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A geração distribuída de energia elétrica, de acordo com Villalva (2016), é caracterizada pelo uso de geradores descentralizados instalados próximo aos locais de consumo ou no próprio estabelecimento consumidor, o que permite aliviar as linhas de transmissão e os sistemas de distribuição com a descentralização da produção de energia, além do benefício da introdução de fontes limpas de energia. Na Figura 7 observam-se as fontes com maior potencial de utilização da geração distribuída no Brasil, segundo a EPE (2021). A fonte com maior participação na geração distribuída é a solar, com 90,4%.

Figura 7: Participação de cada fonte na geração distribuída - Brasil 2020.



Fonte: Adaptado de EPE (2021).

Essa modalidade de geração de energia pelo próprio consumidor foi estabelecida com a Resolução Normativa da ANEEL nº 687/15, complementar à Resolução nº 482/12, à qual definiu a diferenciação entre a Microgeração e a Minigeração distribuída, as quais, segundo a Cemig (2019), ficam estabelecidas da seguinte forma:

- Microgeração distribuída: Central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW, que utilize fontes renováveis de energia elétrica ou cogeração qualificada;
- Minigeração distribuída: Central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW, que utilize fontes renováveis de energia elétrica ou cogeração qualificada;

No Brasil, as micro e mini usinas de geração são utilizadas para o próprio consumo, podendo gerar créditos de energia nos períodos em que o saldo entre a diferença da energia gerada e da energia consumida for positiva. A energia excedente é cedida à distribuidora local, e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora, ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade. Quando a geração é maior que o consumo de energia, o saldo positivo poderá ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário, ou na fatura do mês subsequente. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses. Há ainda a possibilidade de um consumidor utilizar esses créditos em outra unidade, desde que as duas unidades consumidoras estejam na mesma área de concessão e sejam do mesmo titular (MME, 2017).

A geração distribuída de energia solar atingiu mais de 4 GW de potência instalada em dezembro de 2020, segundo dados da Agência Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR, 2020). Ao total, são mais de 449 mil unidades consumidoras e mais de 353 mil sistemas solares fotovoltaicos instalados.

No capítulo 3 é apresentado a fonte de energia com maior parcela da estrutura de geração distribuída e que, dado ao seu potencial energético somado aos avanços da tecnologia envolvida, cresce cada vez mais.

3. A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia fotovoltaica é a energia elétrica obtida da conversão direta da luz solar, chamado efeito fotovoltaico, que a partir da utilização de células fotovoltaicas (normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor) converte a luz do sol em eletricidade. Pode ser produzida mesmo em dias nublados ou chuvosos.

A conversão de energia solar em energia elétrica, ou efeito fotovoltaico, foi verificada pela primeira vez por Edmond Becquerel, em 1839 onde constatou uma diferença de potencial nas extremidades de uma estrutura de material semicondutor quando exposto a luz, produzida pela absorção da mesma (PINHO; GALDINO, 2014).

O termo "fotovoltaica" vem do grego, *pho*s, que significa "luz", e de volt, unidade de força eletromotriz que vem do âmbito da eletricidade, em honra ao físico Alessandro Volta, inventor da pilha (Portal Solar, 2019).

Segundo Villalva (2016), a corrente elétrica produzida pelos sistemas fotovoltaicos é coletada e processada por instrumentos controladores e conversores, conseguindo ser armazenada em baterias ou empregue diretamente em sistemas conectados à rede elétrica. Ainda de acordo com o autor, as placas fotovoltaicas podem ser usadas em residências, nos telhados e fachadas, ou podem ser utilizadas na construção de usinas geradoras de eletricidade, como pode ser visualizado nas Figuras 8 e 9, respectivamente.

Figura 8: Placas fotovoltaicas instaladas no telhado de uma residência para a geração de eletricidade.

Fonte: Portal Solar (2019).

Figura 9: Usina de eletricidade fotovoltaica.

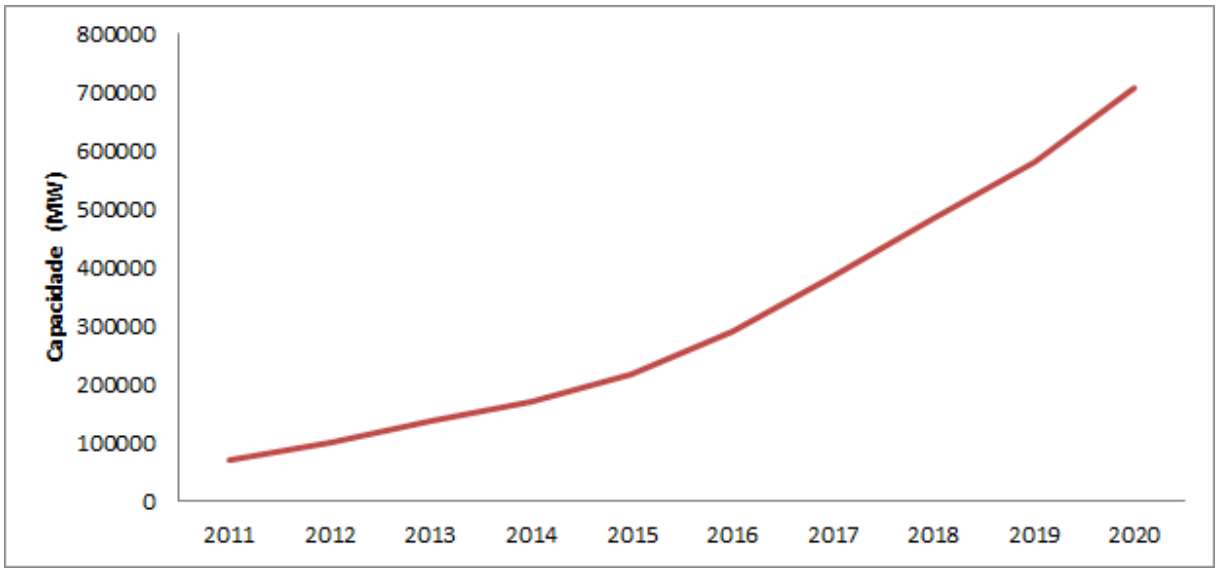
Fonte: Portal Solar (2019).

3.1 ENERGIA SOLAR NO MUNDO

A energia solar fotovoltaica é uma das fontes de energia cujo uso mais cresce em todo o mundo (VILLALVA, 2016). A nível mundial, em termos de capacidade instalada, a energia solar fotovoltaica já é a terceira mais importante fonte de energia renovável, ficando atrás da energia hidrelétrica, que é pioneira, e eólica. Acredita-se que, até 2050, 40% de toda a matriz energética do planeta será fotovoltaica (ABSOLAR, 2018a).

Até 2020, o mundo contava com uma capacidade instalada solar fotovoltaica acumulada de 707.495 MW, como mostra a Figura 10 (IRENA, 2021). Observa-se que a capacidade de geração da energia solar fotovoltaica vem crescendo significativamente de ano em ano.

Figura 10: Evolução da capacidade instalada acumulada no mundo (2011 a 2020).



Fonte: Adaptado de IRENA (2021).

Os cinco primeiros países em capacidade anual instalada, em 2017, são China (53 GW), Estados Unidos (10,6 GW), Índia (9,1 GW), Japão (7,0 GW) e Turquia (2,6 GW), respectivamente(ABSOLAR, 2018b). Neste mesmo ano, de 2017, o Brasil ingressou no Ranking Mundial de potência instalada solar adicionada, sendo a capacidade instalada no ano de 0,9 GW. No ano de 2018, o Brasil saiu do TOP 10, ficando na 11ª posição com uma capacidade anual instalada em 2018 de 1,2 GW (ABSOLAR, 2018b).

Em 2019, o país caiu mais uma posição, ficando em 12º no ranking. No ano de 2020, China (48,2 GW) e Estados Unidos (19,2 GW) continuaram liderando, seguidos de Vietnã (11,1 GW), Japão (8,2 GW) e Alemanha (4,9 GW), respectivamente. Neste mesmo ano de 2020, o Brasil voltou a fazer parte do TOP 10 de potência anual adicionada da fonte solar fotovoltaica, ficando na 9ª posição e desbancando grandes mercados como Holanda e Itália, a melhor colocação já obtida pelo país (IEA PVPS 2021).

Ainda de acordo com os dados da Associação Brasileira de Energia Solar, a China foi o país que mais investiu em energia solar fotovoltaica em 2019. O país também lidera o *ranking* mundial de potência acumulada, sendo registrado 204,7 GW até o ano de 2019 (ABSOLAR, 2020). Um dos agentes responsáveis pela alavancagem do mercado chinês é a quantidade de fabricantes de painéis no País, que proporcionam menores custos para implantação dos sistemas.

Nascimento (2017) ressalta que, diferentemente dos países líderes em produção mundial, que têm base energética em combustíveis fósseis, a matriz energética brasileira é

predominantemente renovável com forte presença da fonte hidráulica, o que possivelmente reduz as políticas de incentivo à solar. Ainda segundo o autor:

> "Os países que mais desenvolveram a energia solar fotovoltaica contaram, de forma geral, com políticas de incentivo a essa tecnologia, para a fabricação ou importação de equipamentos, para o financiamento da compra de painéis e principalmente com modelos regulatórios de comercialização da energia elétrica gerada" (NASCIMENTO, 2017, p.10).

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2019), a capacidade solar fotovoltaica acumulada, em 2017, alcançou quase 398 GW e produziu mais de 460 TWh, compondo aproximadamente 2% da produção mundial de energia. Pouco mais de 60% da capacidade instalada total, são de projetos em escala de utilidade pública, sendo o restante compostos por aplicações distribuídas (comercial, residencial e sistemas isolados). Até 2023, a energia solar fotovoltaica deverá liderar o crescimento da capacidade elétrica renovável, expandindo em quase 580 GW (IEA, 2019).

3.1.1 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE INCENTIVO AO SETOR

O Estado pode intervir no mercado de energia elétrica através da formulação de políticas energéticas, na definição do planejamento energético e na regulação dos mercados de energia. Através dessas intervenções, o governo anuncia à população as prioridades e normas para o desenvolvimento do setor energético que podem vir por meio de incentivos (fiscais, creditícios e/ou tarifários), leis, decretos, portarias ou resoluções (PEREIRA, 2019).

Os principais incentivos ao setor, segundo Pereira (2019), utilizados no mundo são:

- Sistema *Feed-In*: nesse sistema as concessionárias de energia são obrigadas a comprar (totalmente ou parcialmente) a energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos, pagando uma tarifa prêmio (*Premium Prices*) por essa energia. São tarifas estabelecidas em contratos de longo prazo;
- Sistema de Leilão: em que são definidas reservas de mercado para alternativas renováveis pelo órgão regulador, organizando um processo de disputa pelos direitos de fornecimento. As concessionárias são obrigadas a pagar a tarifa definida aos produtores participantes do leilão;

- Sistema de Cotas: política de incentivo focado na quantidade de energia renovável produzida em que o governo estabelece uma quantidade mínima para o mercado produzir, vender ou distribuir
- Sistema de Compensação (*Net Metering*): sistema em que o usuário pode compensar parcialmente ou totalmente o consumo através da geração distribuída por fontes renováveis. É o principal sistema de incentivo no nosso país, mas a grande diferença é que no Brasil a concessionária não paga ao consumidor pela energia injetada na rede, sendo o crédito excedente em energia (kWh).

Alguns países se destacam nos incentivos à geração de energia fotovoltaica, outros, como o Brasil, apresentam grandes desafios de desenvolvimento. A seguir, serão apresentados as experiências de alguns países segundo Pereira (2019).

A China vem liderando o *ranking* de investimentos na fonte solar fotovoltaica nos últimos anos. A motivação se dá pelo compromisso que o país assumiu perante o mundo com a redução das emissões de CO2 através do plano de aumento das fontes de energia não fósseis na sua matriz energética como forma de atender às expectativas internacionais. Este também é o maior desafio da China, garantir o cumprimento das metas sem racionalização de energia. Pode-se destacar medidas como a redução de custos na aquisição do sistema de geração fotovoltaico diretamente dos fabricantes, concessão aos fabricantes de empréstimos e créditos por bancos estatais a juros reduzidos, redução de impostos, apoio orçamentário a pesquisa e desenvolvimento para instituições de ensino e empresas. A união do governo e empresas com investimentos e subsídios, proporcionou a China se tornar a maior produtora de energia fotovoltaica no mundo e a maior produtora mundial de células e módulos fotovoltaicos.

Nos Estados Unidos, os investimentos em energia renovável são com objetivo de reduzir os impactos ao meio ambiente. O maior desafio do desenvolvimento da fonte está na ampliação dos modelos de incentivos para outros Estados devido a autonomia que cada um tem. Cada Estado tem suas próprias leis de incentivo. O crescimento do mercado solar nos Estados Unidos ocorre devido a um mix de políticas públicas. Essas políticas se baseiam em incentivos fiscais e subsídios governamentais (*California Solar Iniciative e Net Metering*), a viabilização de um modelo de financiamento que possibilita aos usuários a instalação de painéis solares sem necessidade de aporte inicial de capital (*third party*), metas ambientais (*California's Renewables Portfolio Standard e Greenhouse Gas Emissions Performance Standard*) e a redução da burocracia para a emissão das licenças de instalação dos sistemas

solares residenciais (*Expedited Solar Permitting Act*). O desenvolvimento da energia fotovoltaica nos Estados Unidos também pode ser explicado pelo baixo custo para gerar a energia, a expansão do mercado e a estabilidade política e legal, diferentemente do nosso país que passa por grande incerteza.

O desenvolvimento de tecnologias renováveis no Japão se deu com o objetivo de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis (Projeto Luz do Sol), estando o país na terceira posição mundial em capacidade adicionada e também em capacidade instalada acumulada (ABSOLAR, 2020). O governo intensificou os incentivos ao longo dos anos com aportes financeiros (Lei de Energia Alternativa) para o desenvolvimento de tecnologia solar fotovoltaica, com criação da indústria fotovoltaica local e do mercado interno. o governo também criou um mecanismo de incentivo baseado no *net metering*, forçando as concessionárias a comprarem o excedente e subsidiando os custos de instalação em até 50%. Outro mecanismo utilizado pelo governo foi a tarifa *feed-in*, pagando tarifas-prêmio a quem comprasse energia renovável. O maior desafio do Japão para o desenvolvimento fotovoltaico está na dependência do investimento financeiro público.

A implementação da energia fotovoltaica na Alemanha foi motivada pelo desejo de mudança na matriz energética após o desastre de Chernobyl, na qual a energia nuclear e a base de carvão mineral eram predominantes. O governo alemão iniciou a mudança através da Lei para Energia Renovável com políticas públicas de incentivos financeiro e fiscal por meio do mecanismo *feed-in*. Outros incentivos dados foram: financiamento das instalações, subsídios através de empréstimos ao investidor com juros baixos, doação em dinheiro. O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica nos últimos anos reduziu o preço dos sistemas, entretanto esse crescimento requer um contínuo subsídio financeiro público.

Já na Itália, a inserção do setor foi iniciado através de um Decreto Legislativo no país para atender a orientação da Comunidade Européia para fontes renováveis. A promoção da energia solar no país se deu em 2005 com o mecanismo *feed-in*, dando incentivo na tarifa por um período de 20 anos para a energia produzida pelos sistemas fotovoltaicos. O programa passou por várias mudanças ao longo dos anos, sendo os incentivos a energia produzida ampliados; a redução da burocracia para obtenção da tarifa; diferenciação da tarifa de acordo com o tamanho da planta de geração. Essas modificações fortaleceram tanto o crescimento das instalações fotovoltaicas que em 2012 a Itália suspendeu incentivos e subsídios devido ao crescimento desordenado das mesmas. Então, criou-se uma lei com novas regras em que os geradores poderiam optar pela redução nos níveis de *feed-in* com base na vida útil restante da

planta, a redução fixa do *feed-in* ou uma estrutura variável do mecanismo. A Itália também enfrenta o desafio de dependência dos subsídios do governo nas tarifas de energia para o desenvolvimento da fonte.

3.2 ENERGIA SOLAR NO BRASIL

Há vários projetos, em desenvolvimento ou em atividade, para o aproveitamento da energia solar fotovoltaica no Brasil, visando ao atendimento em comunidades remotas não atendidas pela rede elétrica (principalmente do Norte e Nordeste), e ao desenvolvimento da região compreendida pelas comunidades isoladas (ANEEL, 2008).

Esses projetos, segundo a ANEEL (2008), têm tido apoio técnico, científico e financeiro de diversas instituições e órgãos brasileiros (MME, Eletrobrás, universidades, entre outros) além do suporte dos órgãos internacionais (Agência Alemã de Cooperação Técnica – GTZ e do Laboratório de Energia Renovável dos Estados Unidos - *National Renewable Energy Laboratory*).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica, grande parte dos sistemas fotovoltaicos existentes no Brasil foram instalados no âmbito do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), criado pelo Governo Federal em dezembro de 1994, no âmbito da Secretaria de Energia do MME. Já Villalva (2016) ressalta que foi através do programa Luz Para Todos, instituído também pelo Governo Federal em 2003, que muitas residências passaram a contar com sistemas fotovoltaicos autônomos.

Ainda de acordo com Villalva, um projeto, lançado em 2011 pela ANEEL juntamente com empresas comercializadoras de energia elétrica, intitulado como “Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira” promoveu a criação de usinas fotovoltaicas e foi um grande passo para a implantação da energia fotovoltaica no Brasil.

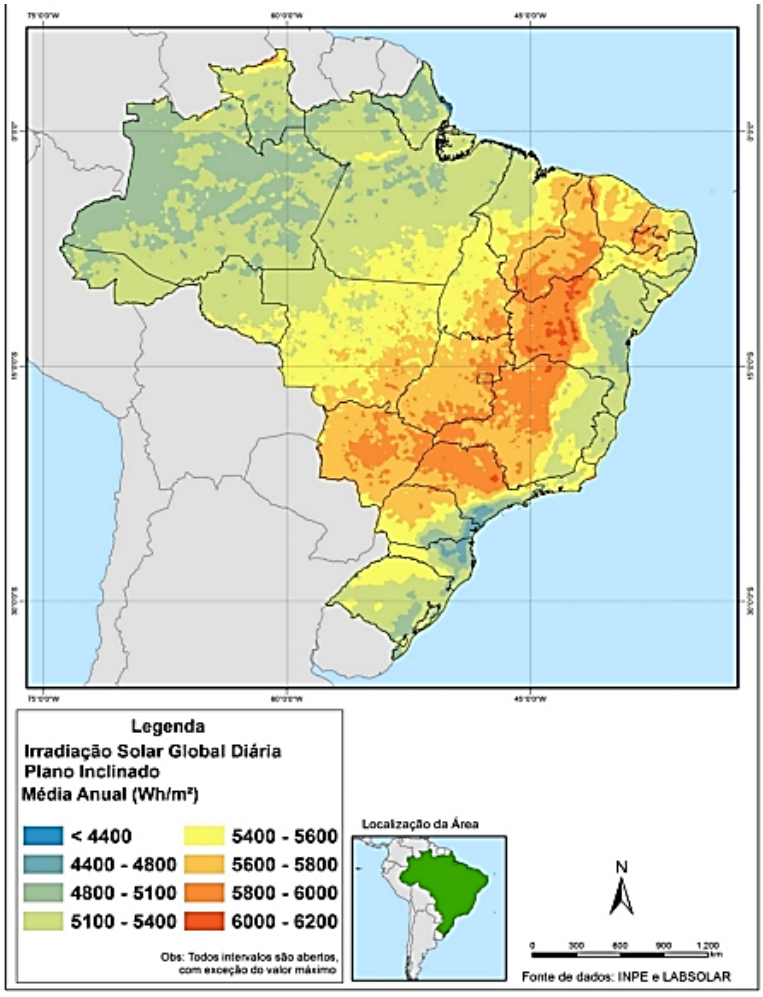
A aprovação do uso de sistemas fotovoltaicos conectados às redes de distribuição pela ANEEL, através da Resolução Normativa nº 482 de 2012, proporcionou um salto na utilização desses sistemas nos últimos anos. Diversas companhias de distribuição de energia elétrica sentiram-se atraídas para implantar usinas solares através dos leilões de comercialização de energia solar realizados a partir dos anos 2014 e 2015. Fabricantes mundiais de painéis solares e inversores também têm sido atraídos para o Brasil através do

apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a boa perspectiva para o mercado brasileiro de energia solar (VILLALVA, 2016).

O Brasil é um país privilegiado no contexto da energia fotovoltaica já que apresenta altos níveis de radiação solar. A irradiação média anual brasileira varia entre 1200 e 2400 KWh/m²/ano, bem acima da média da Europa, continente que mais investe na fotovoltaica.

Observa-se, na Figura 11, que os maiores potenciais de energia solar no Brasil localizam-se nos estados de Minas Gerais, Goiás e nos estados da região Nordeste.

Figura 11: Mapa de irradiação solar direta normal diária - média anual.

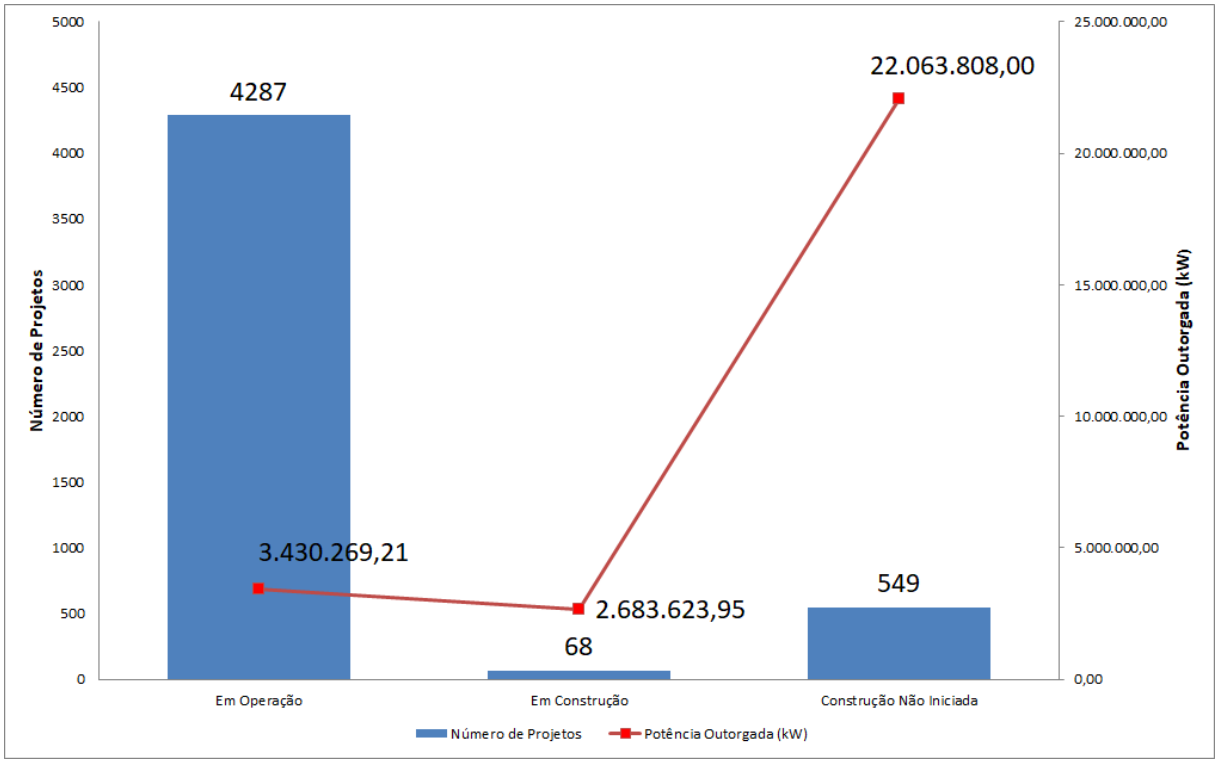


Fonte: EPE, p. 136 (2018).

Apesar dos altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade, no Brasil, a capacidade atual em geração de energia por sistemas fotovoltaicos foi estimada, em dezembro de 2020, em cerca de 3.000 MW, sendo que grande parte desses sistemas instalados correspondem ao atendimento de áreas isoladas onde a rede de distribuição não consegue alcançar (ABSOLAR, 2020).

Segundo dados da ANEEL (2021a), o Brasil possuía em 01 de agosto de 2021, 4.287 centrais de geração solar fotovoltaica em operação, totalizando 3.430.269,21 kW de potência instalada. Está prevista para os próximos anos uma adição de 24.747.432 kW na capacidade de geração do País, provenientes dos 68 empreendimentos que estão atualmente em construção e mais 549 empreendimentos com construção ainda não iniciada, como pode ser verificado na Figura 12.

Figura 12: Número de projetos e potência outorgada por fase, para a fonte solar fotovoltaica.



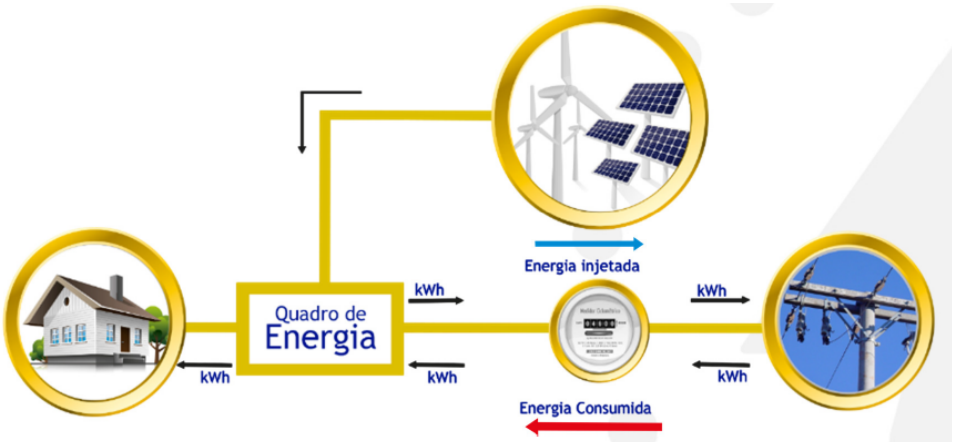
Fonte: Adaptado da ANEEL (2021a).

3.2.1 PRINCIPAIS INCENTIVOS NO BRASIL

Compete ao Ministério de Minas e Energia (MME) formular as políticas energéticas do país para garantir o abastecimento de energia ao SIN, mantendo um equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia. O MME busca apoiar e incentivar a inserção de fontes renováveis em nossa matriz energética. Nesse sentido, a Associação Brasileira de Energia Solar vem trabalhando junto ao MME para a implementação de incentivos fiscais (MME, 2019). A seguir, são listados alguns incentivos destinados à geração elétrica proveniente da fonte solar.

- ProGD: O Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída, lançado em 15 de dezembro de 2015 pelo Ministério de Minas e Energia, teve o objetivo de estimular a geração de energia pelos próprios consumidores (residências, comércio e indústrias), com base nas renováveis, e em especial, a fonte solar fotovoltaica. Além de criar linhas de crédito, pretende estruturar a comercialização da energia solar.
- Programa Luz para Todos: Lançado em 2003 para ser uma política pública, o programa instala painéis solares em determinadas comunidades que não têm acesso à energia elétrica, inclusive em regiões conectadas ao SIN.
- Chamada Pública ANEEL: Entraram em operação, de 2014 a 2016, as plantas fotovoltaicas da chamada pública nº 013 de 2011, onde foram contratados 24,6 MW ao custo de R$396 milhões.
- Isenção de IPI: Com o Decreto nº 7.212, de 15 de junho de 2010, ficam isentos do Imposto sobre Produtos Industrializados, a energia elétrica, os derivados do petróleo, combustíveis e minerais.
- Isenção de ICMS: Com o Convênio ICMS nº 101, de 1997, válido até final de 2021, firmado entre as secretarias de Fazendas de todos os estados, ficam isentos do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias as operações que envolvam diversos equipamentos (como geradores fotovoltaicos) para a geração de energia elétrica por energia solar e eólica.
- Desconto na TUST/TUSD: A Resolução Normativa da ANEEL nº 481 de 2012, ampliou para 80% o desconto na tarifa de uso do sistema de transmissão/ distribuição (TUST/ TUSD) para empreendimentos com potência inferior a 30 MW que entraram em operação até final de 2017. Para empreendimentos que começaram a operar a partir de 2018, o desconto passou a ser de 50%.
- Sistema de compensação para a Micro e Minigeração Distribuídas: A Resolução Normativa da ANEEL nº 482 de 2012, permitiu o sistema de compensação, onde a energia fotovoltaica e eólica produzida pelos próprios consumidores pode ser injetada na rede gerando créditos que podem ser compensados, abatendo os custos na conta de luz. Esse sistema é conhecido como *net-metering* e está esquematizado na Figura 13.

Figura 13: Esquemático do *net-metering*.



Fonte: ABSOLAR (2018b).

- Isenção de ICMS, PIS e Cofins na Geração Distribuída: O convênio nº 16, de 2015, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), isenta os estados participantes a realizarem a cobrança de ICMS sobre a energia injetada na rede. O mesmo vale para o PIS e Cofins.
- Inclusão no programa "Mais Alimentos": Desde novembro de 2015, os equipamentos para produção de energia solar e eólica passaram a fazer parte do programa "Mais Alimentos", uma linha de crédito do Governo Federal que possibilita financiamentos a juros mais baixos.
- Apoio BNDES: pela Lei 13.203, de 08 de dezembro de 2015, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, foi autorizado a financiar, com taxas diferenciadas, os projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas.
- Plano Inova Energia: Fundo de R$ 3 bilhões, criado em 2013, pelo BNDES, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ANEEL, com foco na empresa privada e com o objetivo de financiar iniciativas de inovação, desenvolvimento de tecnologias e soluções para sistemas fotovoltaicos.
- Financiamento Caixa Econômica Federal: Em 2015, equipamentos de energia fotovoltaica foram incluídos nos itens financiáveis do Construcard, permitindo que pessoa física adquira tais equipamentos que podem ser quitados em até 240 meses com taxas de juros de mercado.

Percebe-se, portanto, o avanço no número de incentivos para fomentar o desenvolvimento da fonte solar no Brasil, que ainda tem uma baixa representatividade na matriz energética nacional.

E a partir dos incentivos implantados, verifica-se uma evolução no desenvolvimento da geração solar fotovoltaica, como discorre a seguir.

3.2.2 EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

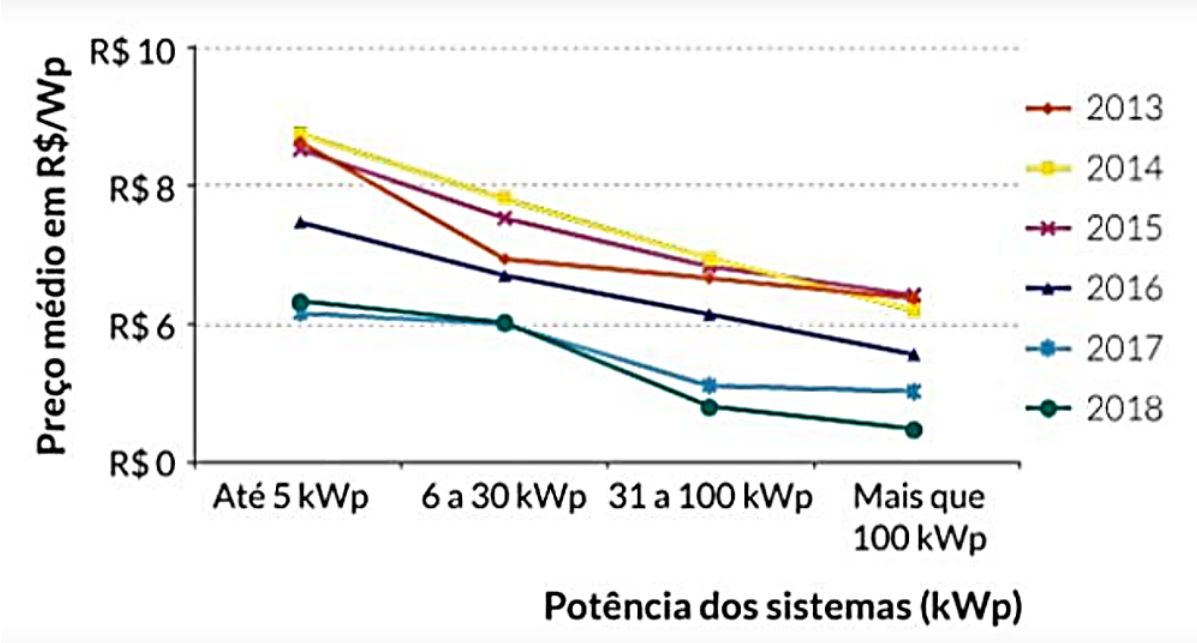
O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2027) estima que a capacidade instalada de geração solar alcance 18,1 GW em 2027, sendo 8,8 GW de geração centralizada e 9,3 GW de geração distribuída. O Plano tem a meta de 30 GW de potência operacional da fonte até 2030, incluindo projetos no Ambiente de Contratação Regulada e de geração distribuída.

Os estudos do Plano Nacional de Energia (PNE 2050), elaborado pela EPE, estimam em 78 GW a potência de micro e minigeração distribuída solar em 2050, o que poderá representar 9% da oferta total de energia elétrica.

Um marco importante para a expansão da utilização dos sistemas solares no Brasil foi a Resolução Normativa da ANEEL nº482, de 2012, que estabeleceu o sistema de compensação de energia elétrica, possibilitando injetar na rede a energia excedente, convertendo em créditos que posteriormente serão compensados. Todos os outros incentivos abordados no tópico anterior também contribuíram de forma significativa para essa expansão.

Adicionalmente, um fator relevante para a expansão da energia solar fotovoltaica pode ser explicada pela redução progressiva dos custos de implantação do sistema, que pode ser observado na Figura 14, e o aumento do rendimento dos mesmos. Na figura, os anos de 2017 e 2018 representaram um momento importante para este tipo de geração, por ter apresentado preços bem mais baixos, para as faixas de potência consideradas, com relação aos anos anteriores. Em todos os anos analisados, a faixa de potência que apresentou o menor preço médio, em todos os anos, foram as usinas com geração de mais de 100 kWp, como já era de se esperar.

Figura 14: Evolução dos preços dos sistemas fotovoltaicos por faixa de potência (2013 a 2018).



Fonte: IDEAL (2019).

3.2.3 VANTAGENS SOCIOAMBIENTAIS

A primeira vantagem do sistema fotovoltaico é que ele utiliza a fonte solar, que é uma fonte gratuita, renovável e inesgotável. A energia solar também auxilia na redução de emissões de CO2 na natureza, pois ela é livre de carbono. As regiões com maior potencial de irradiação solar no Brasil são aquelas de baixo desenvolvimento econômico e a instalação de painéis fotovoltaicos pode criar condições favoráveis para o cultivo e contribuir para o desenvolvimento local com os impostos arrecadados, além de proporcionar a geração de empregos (MME, 2017).

Os sistemas fotovoltaicos *on-grid* (aqueles conectados à rede), segundo Villalva (2016), permitirão aumentar a oferta de energia elétrica e ainda apoiar o crescimento da fatia renovável de nossa matriz energética. Quando ligado à rede elétrica, o sistema fotovoltaico tem a grande vantagem de reduzir a conta de luz do consumidor, além de ficar imune à inflação do preço de energia elétrica.

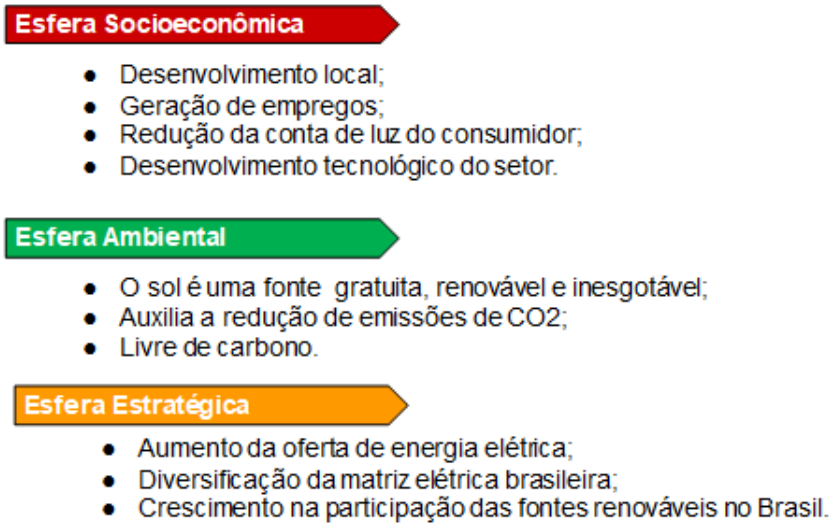
Além do aumento da disponibilidade de energia elétrica e das vantagens ambientais, a implantação da energia solar fotovoltaica impulsiona o desenvolvimento tecnológico do setor, que demanda por equipamentos e acessórios, atrai investimentos, além de gerar empregos para profissionais qualificados na realização da instalação e manutenção. Outra

vantagem é a rápida e descomplicada instalação desses sistemas e a baixa manutenção tanto preventiva, quanto corretiva.

Um sistema solar fotovoltaico possui garantia de até 25 anos de vida útil, enquanto o tempo de retorno do investimento pode ser de apenas 5 anos, variando de acordo com o projeto (ABSOLAR, 2019b). Segundo dados da Comerc, comercializadora de energia, o consumidor do Rio de Janeiro atendido pela Enel, consegue ver o retorno do investimento em um painel solar em 2,7 anos. Já quem é cliente da Light consegue pagar o custo do equipamento em 3,32 anos. Em Teresina, Manaus e Belém o retorno do investimento é em menos de 3 anos, já em São Paulo, são 5,34 anos. Ou seja, com o uso da energia solar ganhando escala e o desenvolvimento tecnológico em fontes renováveis, de uma forma geral, o tempo de retorno vem diminuindo (ABSOLAR, 2019b).

Os benefícios da fonte solar podem ser sintetizados dentro das esferas socioeconômica, ambiental e estratégica na Figura 15.

Figura 15: Benefícios da fonte solar fotovoltaica.



Fonte: Elaborada pela autora.

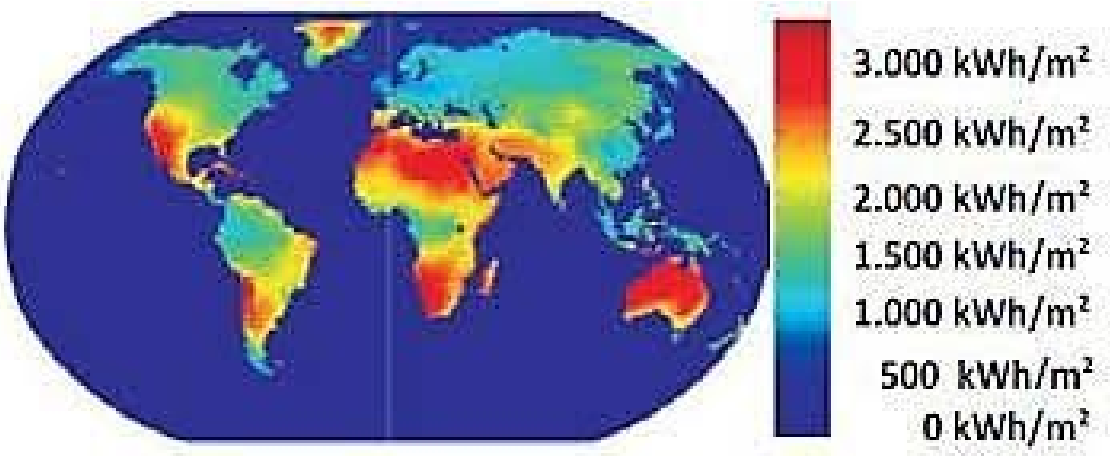
3.2.4 POTENCIAL BRASILEIRO DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

O Brasil possui um grande potencial de geração de energia a partir da fonte solar. De acordo com Pereira *et al*. (2006), a média anual de irradiação global apresenta uma boa uniformidade, com médias relativamente altas mesmo diante das diferentes características climáticas registradas no país. Os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro (1500-2.500 Wh/m²) são superiores aos da maioria dos países

europeus, como Alemanha (900-1250 Wh/m²), França (900- 1650 Wh/m²) e Espanha (1200-1850 Wh/m²), locais onde projetos de aproveitamentos solares vêm sendo amplamente desenvolvidos. Isso quer dizer que, a região com menor incidência solar no Brasil é melhor do que o local mais ensolarado da Alemanha, que é um dos líderes no uso da energia fotovoltaica.

A Figura 16 mostra a disponibilidade e distribuição de radiação solar em todo o mundo, onde é possível notar as regiões de maior potencial.

Figura 16: Radiação solar diária - média anual típica (Wh/m².dia).



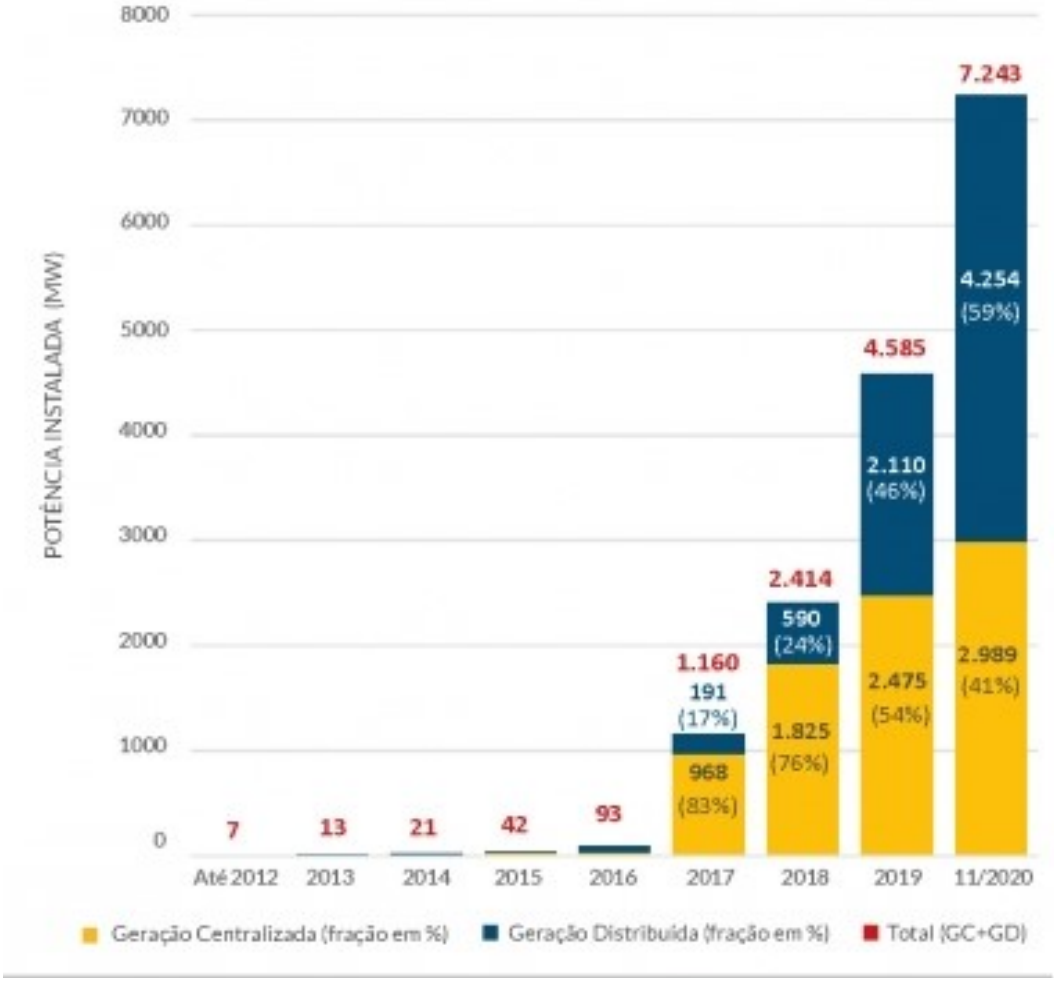
Fonte: MME (2017).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, publicado no ano de 2006 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o território brasileiro recebe mais de 2.200 horas de insolação por ano, o que equivale a 15 trilhões de MW (PEREIRA; MARTINS & ABREU , 2006).

Dados da Agência Nacional de Energia Elétrica apontam que, até 2030, o Brasil pode investir até 100 bilhões de reais em energia solar, o que representa cerca de 25% das matrizes de energia de todo o país. Diante o crescimento substancial de investimentos, o potencial instalado de geração de energia solar no país estimava-se avançar 44% no ano de 2019, saltando para 3.306,4 MW instalados, destes, 2.716 MW são correspondentes a usinas solares de grande porte e a outra parte, cerca de 1.130,4 MW, correspondentes a projetos de geração distribuída (ABSOLAR, 2019a).

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Energia Solar, o país fechou 2019 com 4.585 MW de potência instalada, como pode-se observar na Figura 17, mais do que o previsto. Destes, 2.475 MW são correspondentes a geração centralizada e a fatia de 46% (2.110 MW) correspondentes a geração distribuída (ABSOLAR, 2020).

Figura 17: Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.



Fonte: ABSOLAR (2020).

Desde 2012 até novembro de 2020, o Brasil possuía cerca de 7,2 GW de potência instalada provenientes da geração centralizada e dos sistemas de geração solar pelos próprios consumidores (ABSOLAR, 2020). Para atender a uma demanda crescente, o setor solar está em franco crescimento. A estimativa é que até 2022 o Brasil gere cerca de 300 mil empregos para o setor solar fotovoltaico (ABSOLAR, 2019b).

O crescimento da micro e mini geração distribuída no Brasil é um ponto chave para o futuro do setor elétrico. Apesar da energia solar fotovoltaica ainda representar uma pequena parcela de participação na matriz elétrica brasileira, as perspectivas são muito otimistas, seja pela maior difusão da fonte, pelo interesse na redução nas contas de energia ou pela crescente preocupação ambiental. A revisão das normas que regulamentam a micro e mini GD e os incentivos à fonte podem determinar se as perspectivas serão alcançadas, superadas ou se teremos uma contenção da expansão.

4. AVALIAÇÃO DAS QUESTÕES LEGAIS, POLÍTICAS E REGULATÓRIAS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A seção anterior apresentou a significância da energia solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. No entanto, outras condicionantes requerem ser evidenciadas no contexto da expansão da fotovoltaica no Brasil e serão abordadas nesta seção.

4.1 REVISÃO DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482

A Resolução Normativa 482, publicada em 2012, permitiu que todo brasileiro gere a sua própria energia a partir de fontes renováveis e obtenha um desconto na sua conta de luz pelo Sistema de Compensação de Energia Elétrica, o qual permite que a energia excedente gerada, seja injetada na rede de distribuição para depois ser utilizada para abater no consumo de energia mensal.

Ocorre que, desde o começo de 2018, deram início diversas discussões a respeito da revisão dessa normativa sobre a forma de valoração da energia injetada na rede. As distribuidoras de energia e parte dos usuários alegam que o Sistema de Compensação ainda vigente não remunera de maneira justa pelo uso da rede de distribuição, transferindo custos aos demais usuários que não geram sua própria energia. Do outro lado, instaladores e consumidores da GD destacam os benefícios que o sistema de geração distribuída gera à sociedade e consideram que o atual modelo deve permanecer de modo a permitir a consolidação do mercado (ANEEL, 2018). Antes de dar início a esta discussão faz-se necessário a definição da composição tarifária relacionada à energia elétrica fotovoltaica.

4.1.1 COMPOSIÇÃO TARIFÁRIA

O sistema de fornecimento energético compreende a geração, transmissão e distribuição. Tal sistema cobra uma taxa mensal, determinada pela ANEEL, correspondente ao pagamento por esses serviços. As tarifas que incidem na conta pelo uso da energia são, de acordo com a Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição (ANEEL, 2017):

- Tarifa de Energia (TE): refere-se ao consumo de energia utilizado no mês, dado em R$/MWh. A TE é formada pelos seguintes componentes tarifários:

- Energia: é a parcela que recupera os custos pela compra de energia elétrica para revenda ao consumidor;
- Encargos: é a parcela que recupera os custos de Encargos de Serviços de Sistema e de Energia de Reserva, Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética e, Contribuição sobre Uso de Recursos Hídricos;
- Transporte: é a parcela que recupera os custos de transmissão;
- Perdas: é a parcela que recupera os custos com perdas da Rede Básica.

- Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD): trata-se da cobrança pelo uso da rede de distribuição para que a energia chegue ao consumidor final, dado em R$/MWh ou R$/kW. A TUSD é formada pelos seguintes componentes:
  - Transporte:
    - Fio A: custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade de terceiros;
    - Fio B: custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade da própria distribuidora.
  - Encargos: parcela que recupera os custos de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética, Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica, Contribuição para a ONS, Quota da CDE, PROINFRA.
  - Perdas: parcela que recupera os custos regulatórios com perdas técnicas e não técnicas do sistema da distribuidora, perdas na rede básica e receitas irrecuperáveis.

A Figura 18, a seguir, mostra o peso que cada componente tarifária exerce na composição total da tarifa, permitindo elucidar o abalo do setor diante das alternativas propostas.

Figura 18: Peso de cada componente tarifária na composição total da tarifa.

TARIFA DE ENERGIA			
TUSD			
Transporte Fio A 6%	Transporte Fio B 28%	Encargos 8%	Perdas 8%
TE			
Energia 38%		Encargos e demais componentes 12%	

Fonte: Elaborada pela autora.

Estava previsto que até julho de 2020 seria aprovada a lei com as novas regras para a geração distribuída no Brasil, mas devido aos impactos da pandemia no setor de energia fotovoltaica as medidas foram proteladas.

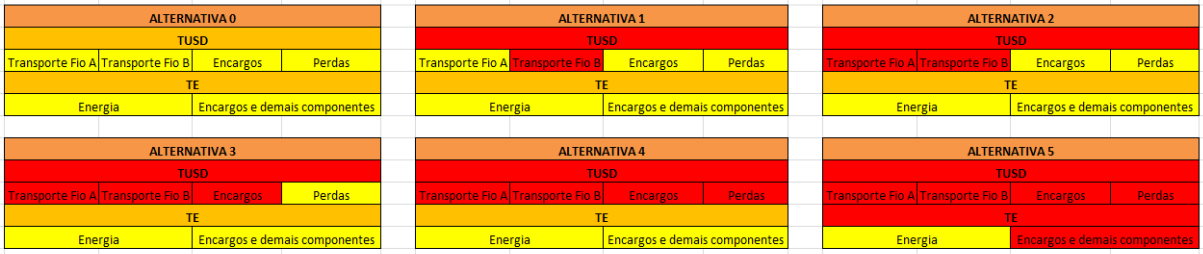
4.1.2 ALTERNATIVAS PARA O MODELO DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA

Com base nestas tarifas, foram apresentadas pela ANEEL (2018) para o setor e para a sociedade as seguintes alternativas regulatórias para a forma de compensação de energia:

- Alternativa 0 - Atual cenário: a compensação de créditos acontece de 1:1, ou seja, a energia injetada na rede se dá por todas as componentes da TUST e da TE;
- Alternativa 1 - Incide Fio B: o usuário da GD paga pelo transporte da distribuição de toda energia consumida da rede, cerca de 28% do kWh utilizado;
- Alternativa 2 - Incide Fio A e Fio B: o usuário da GD paga pelo transporte da distribuição e transmissão, o que corresponde a 34% do kWh utilizado;
- Alternativa 3 - Incide Fio A, Fio B e Encargos da TUSD: o usuário paga pelas tarifas de transporte e aos encargos, correspondendo em torno de 41% do valor do kWh utilizado;
- Alternativa 4 - Incide toda a TUSD: o usuário passaria a arcar também, além das tarifas da Alternativa 3, com as perdas no transporte de energia, correspondendo a cerca de 51% do valor do kWh utilizado;
- Alternativa 5 - Incide toda a TUSD e Encargos da TE: o usuário da GD paga por todos os componentes tarifários com exceção da parcela da compra de energia, o que equivale a 63% do kWh utilizado.

As alternativas propostas para o Sistema de Compensação de Energia Elétrica se diferenciam pela forma de valoração dos créditos de energia gerados então por sistemas de micro e mini geração pelos consumidores, conforme descrito na Figura 19. As componentes em destaque na cor vermelha, são as tarifas não compensadas em cada alternativa.

Figura 19: Alternativas avaliadas para aplicação no sistema de Compensação de Energia Elétrica.



Fonte: Adaptado de ANEEL (2018).

As demais componentes tarifárias incidiriam sobre a diferença entre a energia consumida pelo usuário da geração distribuída e a energia injetada na rede. O Quadro 1 resume cada uma das alternativas.

Quadro 1: Componentes tarifárias consideradas em cada alternativa.

ALTERNATIVA PROPOSTA	TUSD - FIO B	TUSD - FIO A	TUSD - ENCARGOS	TUSD - PERDAS	TE - ENCARGOS	TE - ENERGIA
ALTERNATIVA 0	√	√	√	√	√	√
ALTERNATIVA 1	X	√	√	√	√	√
ALTERNATIVA 2	X	X	√	√	√	√
ALTERNATIVA 3	X	X	X	√	√	√
ALTERNATIVA 4	X	X	X	X	√	√
ALTERNATIVA 5	X	X	X	X	X	√

Fonte: Elaborada pela autora.

A aplicação dessas novas diretrizes de valoração, todavia, seria feita de forma progressiva, de maneira a assegurar a perspectiva e a segurança regulatória. Esses cenários iriam variar de acordo com a modalidade e a data de registro do projeto junto à distribuidora, com uma proposta para a geração remota e outra para a geração junto à carga.

Para a geração distribuída local, ou junto à carga, aquela em que a compensação de energia se dá no próprio local em que se encontra o sistema gerador, a ANEEL considerou ser possível manter a Alternativa 0 por mais tempo, até 2030, para consumidores que já tiverem protocolado a solicitação de acesso até a publicação da nova Resolução - caso em que manteria o direito adquirido por 10 anos. Para quem protocolar solicitação de acesso após a publicação, seriam submetidos a Alternativa 2 (sem compensação das componentes de transporte Fio A e Fio B) e quando fosse atingido o gatilho de 4,7 GW migraria para a Alternativa 5 (não há compensação das componentes da TUSD e encargos da TE), ou seja, a energia gerada pelo usuário da GD perderá 62% do valor. Considerando essa proposta da ANEEL, estima-se que até 2035 se atinja um patamar de 17 GW de potência instalada em micro e mini GD local, conforme ilustrado na Figura 20 (ANEEL, 2019, p.67-68).

Figura 20: Regra proposta para Geração Distribuída Local.

Fonte: Adaptado de Solarvolt Energia (2019).

A evolução do *payback* a depender do ano de implementação da GD é apresentado na Figura 21, que tem um desempenho estável até 2024, entre 6 e 7 anos, quando há perspectiva de ativação do gatilho, ou seja, a entrada da Alternativa 5, e uma posterior queda, que segundo o Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº003/2019 da ANEEL, é devido a redução de custos dos sistemas de geração. Dada a Figura 21, a perspectiva do *payback* para projetos de investimentos fotovoltaicos na GD Local era em torno de 6,5 anos em 2020 e tende para um pouco mais de 4 anos em 2035.

Figura 21: Evolução do *payback* para Geração Distribuída Local.

Fonte: ANEEL (2019).

Quanto a micro e mini GD remota, aquela em que a compensação de energia se dá em local distinto do endereço onde ela é gerada, a proposta da ANEEL é de manter a Alternativa 0, da mesma forma, pelo prazo de 10 anos para consumidores já existentes e para quem já tiver protocolado parecer de acesso completo até a publicação da nova norma. Já para aqueles que formularem parecer de acesso após a publicação da norma seriam submetidos imediatamente para a Alternativa 5. Nesta modalidade não foi definido um gatilho, pois foi considerado que a manutenção das regras atuais por um período longo poderia gerar um impacto significativo nos custos para os demais consumidores. Conforme ilustrado na Figura 22, a expectativa é de 4,5 GW conectados, até 2035, em micro e mini GD remota (ANEEL, 2019, p.68).

Figura 22: Regra proposta para Geração Distribuída Remota.

Fonte: Adaptado de Solarvolt Energia (2019).

A Figura 23 mostra a trajetória partindo da Alternativa 0 para a Alternativa 5. O pico indica que o *payback* ultrapassa a vida útil do sistema solar fotovoltaico, indicando que a implementação do sistema não é viável economicamente. Portanto, até 2025 o consumidor consegue ter um fluxo de caixa na Alternativa 0 de forma a garantir o retorno do seu investimento. Próximo de 2027, o interesse pela instalação da geração distribuída remota se reduz e o mercado tem um período estacionário (ANEEL, 2019, p.60).

Figura 23: Evolução do *payback* para Geração Distribuída Remota.

Fonte: ANEEL (2019).

Tais alternativas apresentadas pela ANEEL, gerou um sentimento de incerteza para o setor e para sociedade que viam um futuro próspero de desenvolvimento da geração distribuída no Brasil.

4.2 INCERTEZAS REGULATÓRIAS DO SETOR

A Resolução Normativa nº 482, publicada no ano de 2012, foi criada com o propósito de reduzir as barreiras da microgeração e minigeração distribuída além de estimular a expansão da fonte solar fotovoltaica no Brasil.

Na Normativa citada acima foi originado o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, ainda vigente atualmente mas sob revisão, que permite que o saldo entre a diferença da energia gerada e a energia consumida seja injetada na rede de distribuição e posteriormente abatido no consumo mensal local ou de outra unidade de mesma titularidade. Caso a geração seja maior que o consumo, o saldo excedente gera créditos em energia que continuam válidos por 60 meses.

Ocorre que, neste momento, existem diversas discussões sobre o sistema de compensação da energia injetada na rede, que impactam diretamente no crescimento da geração distribuída e mais ainda no desenvolvimento da energia fotovoltaica no País.

Começou, então, um forte movimento popular. De um lado, as distribuidoras alegam que o atual Sistema de Compensação não possibilita a adequada remuneração pelo uso da rede de distribuição. De outro lado, instaladores e consumidores interessados no mercado ressaltam os benefícios da geração distribuída à sociedade e consideram que o modelo atual deve permanecer, de modo a permitir a consolidação do mercado (ANEEL, 2018).

A incerteza regulatória atual somada aos impactos da crise do coronavírus gera um risco substancial para o desenvolvimento dos novos projetos e a captação de novos consumidores dos sistemas fotovoltaicos, que pode acarretar no desaquecimento no mercado de geração solar.

4.3 INCERTEZAS POLÍTICAS DO SETOR

A primeira política pública de incentivo ao setor solar no Brasil se deu em 1994 através do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), criado pelo Governo Federal, no âmbito da Secretaria de Energia do MME, cujo objetivo era fornecer o acesso a eletricidade em comunidades isoladas.

O CONFAZ realizou os convênios nº101, de 1997, e o nº16, de 2015, isentando do ICMS as operações envolvendo equipamentos utilizados para a geração de energia elétrica (solar e eólica) e isentando, também, os estados a cobrarem ICMS sobre a energia injetada na rede.

Com o objetivo de alavancar a geração distribuída, incentivos como o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída (ProGD) lançado pelo MME, o apoio do BNDES e o financiamento da Caixa Econômica Federal, proporcionaram linhas de crédito para a aquisição de sistemas fotovoltaicos.

As Resoluções Normativas 481/2012 e 482/2012 da ANEEL foram cruciais para a disseminação da energia solar fotovoltaica no Brasil. A primeira ampliou o desconto, nas Tarifas de Uso dos sistemas de Transmissão e Distribuição, para 80% em projetos com potência inferior a 30 MW iniciados até o final de 2017. A partir de 2018, o desconto passou a ser de 50%. A segunda estabeleceu o sistema de compensação de energia elétrica (*net metering*), em que a energia fotovoltaica produzida pelos próprios consumidores pode ser injetada na rede gerando créditos que podem ser abatidos na conta de luz. A Resolução Normativa nº 482 está em um processo de revisão que gera grandes incertezas políticas ao setor.

A população reivindica para que esta revisão saia do âmbito administrativo e o tema seja efetivamente decidido pelo Congresso Nacional por meio da vinda de um Marco Legal, que traz estabilidade.

Na visão do nosso atual presidente, Jair Bolsonaro, o sol não deveria ser taxado e as regras não deveriam ser alteradas. “A Aneel estuda a taxação da energia solar. Tem um entendimento que é diferente do meu. Tá certo que eles entendem. Taxar o sol, ô pessoal, já vai para o deboche. Devemos estimular o consumo sem qualquer taxação”, disse Bolsonaro (FERNANDES, 2019). Mas, para o presidente, cabe a ANEEL a competência de tomar decisões acerca do futuro da GD.

Observa-se, então, dois caminhos possíveis para a conclusão do tema referentes às regras da geração distribuída; um caminho administrativo, ou seja, a conclusão dessa revisão pela ANEEL e um caminho legislativo com a vinda efetivamente de uma lei votada no Congresso Nacional que traria mais segurança e estabilidade para o setor (atraindo mais investimentos para o nosso país).

4.4 ANÁLISE CRÍTICA

A receptividade do setor elétrico mediante as alternativas propostas pela ANEEL na Revisão da REN nº 482, foi contraditória. De um lado, as distribuidoras de energia elétrica alegam que os usuários da solar fotovoltaica não pagam a tarifa total a eles devida e podem reduzir o faturamento das concessionárias. Por outro lado, empresários e consumidores da solar fotovoltaica, defendem que o aumento na cobrança tarifária acarretaria na diminuição da atratividade dos sistemas.

Um ponto importante, que deve ser destacado, é que o modelo de compensação da energia elétrica gerada pelos consumidores na micro e mini geração distribuída sugerido pela ANEEL, não leva em conta na análise os vários benefícios econômicos, sociais, ambientais e estratégicos que a geração distribuída traz, como a redução da centralização da energia, a diminuição de perdas de transmissão e distribuição e uma maior disponibilidade de energia para ser entregue aos demais consumidores. Além disso, o mercado de energia solar fotovoltaica é muito novo, ainda não está consolidado e um aumento radical no *payback* dos sistemas pode torná-lo inviável, ocasionando danos irreversíveis à expansão promissora do setor.

Baseado nas vantagens e desvantagens que a geração solar traz ao setor elétrico, fica evidente que o saldo é positivo. O alto custo de aquisição e instalação dos sistemas fotovoltaicos está entre as suas desvantagens, sendo que grande parte desse custo se deve ao fato de termos que importar tecnologia. Mas, algumas medidas como consórcios e financiamentos subsidiados podem contornar essa dificuldade. O escalonamento da fonte também proporciona a redução do custo dos sistemas.

Mesmo com os altos investimentos demandados para a implantação dos sistemas fotovoltaicos, é notório que o crescimento da fonte solar é contínuo e trará benefícios para todo setor elétrico. Estes benefícios incluem, como descrito na Figura 15, desenvolvimento local e tecnológico do setor, geração de empregos, redução da emissão de gases de efeito estufa, energia sustentável - sem ruídos e poluição, aumento da oferta interna de energia elétrica, diversificação da matriz elétrica, economia na conta de luz, entre tantos outros pontos positivos.

Visto isso, fica claro que o crescimento do setor solar não é prejudicial a ninguém, pelo contrário, é benéfico para todos e pode ser um caminho para a transição energética de descarbonização. A pandemia da Covid-19 reforça o caráter disruptivo da micro e mini geração distribuída, pois, mesmo diante de um cenário de crise sanitária, econômica e fiscal, o segmento segue em ascensão no Brasil (PASSATUTO, 2020). Com a pandemia, onde as pessoas estão passando mais tempo em casa *(home office*, ensino remoto, etc) e a elevação na tarifa de energia elétrica (bandeira vermelha 2 - válida a partir de 1º de julho de 2021), devido à escassez hídrica enfrentada pelo Brasil, mais consumidores estão buscando por fontes alternativas de geração de energia, impulsionando a fotovoltaica.

A política de incentivo e a segurança regulatória são fundamentais para qualquer setor pois, para que investimentos sejam feitos, é necessário que se tenha estabilidade política e regulatória, sendo Marco Legal um caminho mais seguro. Em 18 de agosto de 2021 a Câmara dos Deputados aprovou o Projeto de Lei 5829/2019, que surgiu como uma resposta à "taxação do sol" proposta pela ANEEL, a qual estabelece uma transição para a cobrança de encargos e tarifas pelo uso do sistema de distribuição pelos micro e mini geradores. O Marco Legal tem como objetivo a democratização do acesso à energia solar e a segurança jurídica para investidores do setor, sendo um um caminho alternativo para o impasse da compensação da energia elétrica.

Vale salientar, por fim, que mudanças nas regras da geração distribuída pode afetar seu crescimento de forma permanente, pois é uma geração ainda não consolidada. As

vantagens e desvantagens à sociedade são fundamentais para definir sobre a revisão da regulação de algo primordial como a energia elétrica e tomando as experiências internacionais de incentivo ao setor, fica evidente que incentivar a geração distribuída, em especial a solar fotovoltaica, proporcionará benefícios imensuráveis ao Brasil.

5. CONCLUSÕES

A matriz energética mundial está se modificando e se adequando às novas exigências, em especial, pela crescente preocupação com a preservação ambiental e a segurança energética. Frente a isso, os incentivos políticos e regulatórios ao setor se revelam primordiais para o desenvolvimento crescente da fotovoltaica.

No presente trabalho, foi apresentado o setor energético brasileiro e sua matriz, onde pôde ser observado que a fonte, objeto de estudo, é uma das fontes de energia cujo uso mais cresce em todo o mundo. Buscou-se apresentar a expansão da fonte, o potencial de geração e seus benefícios socioambientais. Foram especificados os principais incentivos políticos e regulatórios a geração solar fotovoltaica, proporcionando uma análise dos resultados alcançados e desafios enfrentados por países líderes no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

Embora a matriz elétrica brasileira possa ser considerada majoritariamente composta por fontes renováveis, o potencial explorado da energia limpa é mínimo se comparado às hidrelétricas. O Brasil possui uma extensa área com altos níveis de irradiação solar que proporcionam um enorme potencial de geração de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos e conta, também, com grandes reservas de silício. Apesar das condições favoráveis do nosso país, muitos desafios ainda são impostos para que o Brasil se torne um grande gerador de energia elétrica fotovoltaica.

Diante das experiências expostas dos países pioneiros no mercado fotovoltaico no mundo, as políticas adotadas se mostraram mais certeiras e eficazes , sendo um fator comum entre eles o forte apoio governamental no processo de inserção da fonte e seu desenvolvimento. Destaca-se o apoio a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, incentivo a industrialização local, subsídios e tarifas atrativas aos diversos setores consumidores, além da compra da energia excedente gerada pelos próprios consumidores. Mas, políticas de incentivo sem o devido planejamento podem tornar uma ameaça ao setor, como o caso da Itália que passou por um crescimento desordenado das instalações fotovoltaicas.

No Brasil, a incerteza política e regulatória do setor explicam a lenta ascensão da energia solar fotovoltaica comparada a outros países. Nota-se como o amparo governamental influencia positivamente nos resultados alcançados, como a redução dos custos dos sistemas

fotovoltaicos, geração de emprego, desenvolvimento tecnológico, aumento da capacidade instalada, entre outros, gerando impactos nas esferas socioeconômica, ambiental e social.

Todavia, as políticas e regulações propostas desafiam a escalabilidade da fonte solar fotovoltaica no Brasil. Para que as tecnologias fotovoltaicas se tornem escaláveis, é preciso criar políticas de pesquisa e desenvolvimento para diminuir o custo e aumentar a disponibilidade dos sistemas, facilitar o acesso ao financiamento, propiciar segurança do investimento, além de atrair investimentos e estimular os empreendedores.

A implementação das experiências internacionais de sucesso certamente não surtiriam o mesmo resultado no Brasil, já que as políticas públicas devem ser desenvolvidas de acordo com a realidade econômica, cultural, geográfica, dentre outras, do país.

O maior desafio brasileiro, no momento, no entanto é a incerteza quanto aos rumos da revisão da Resolução Normativa nº482. Outro contratempo que surgiu após o anúncio da revisão, foi a pandemia de COVID-19 que impactou todo o segmento de geração elétrica nacional, com redução dos incentivos governamentais e investimentos. As medidas de isolamento impostas em países do mundo todo tornam o acesso aos componentes fotovoltaicos ainda mais complicados, impactando diretamente na expansão do setor.

Ao concluir esse estudo, percebeu-se a necessidade de políticas públicas de incentivo e uma maior segurança regulatória para que o mercado adquira confiança em investir na fotovoltaica e se desenvolva de forma justa e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia. Solar. **Até 2050, 40% de toda a matriz energética do planeta será fotovoltaica**. Fiesp, 26 out. 2018a. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/ate-2050-40-de-toda-a-matriz-energetica-do-planeta-sera-fotovoltaica.html>. Acesso em: 27 ago. 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia. Solar. **Energia Solar Fotovoltaica: Panorama, Oportunidades e Desafios.** . MECSHOW, Serra – ES, 2018b. Disponível em: < https://mecshow.com.br/__engine/extra/spaw2/uploads/files/pdf/palestra_mecshow/2018/8/Energia%20-%20Painel%20Como%20avan%C3%A7ar%20-%20%20Absolar%20-%20Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20-%20Ba%CC%81rbara%20Rubim%20Final.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia. Solar. **Investimento em energia solar**. DCI Online, 30 mai. 2019a. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/investimento-em-energia-solar.html>. Acesso em: 21 out. 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia. Solar. **Infográfico ABSOLAR**. Atualizado em 14 dez. 2020. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar.html>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia. Solar. **Uso de energia solar em residências cresce 70%**. O Globo, 10 mai. 2019b. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/uso-de-energia-solar-em-residencias-cresce-70.html>. Acesso em: 22 out. 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil.** Brasília – DF, 2008. 3ª Edição.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição - Resolução Normativa nº 775/2017.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2017775_Proret_Submod_7_1_V24.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2021.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012**. Brasília - DF, 2018. 1ª edição. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/18485189/6+Modelo+de+AIR+-+SRD+-+Gera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida.pdf/769daa1c-51af-65e8-e4cf-24eba4f965c1>.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações de Geração da Aneel SIGA**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 01 ago. 2021a.

ANEEL. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 003/2019**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília. 2019.

BITENCOURT, R.; CUNTO, R.D. Modernização do setor elétrico acabará com incentivo a fontes renováveis, diz MME. **Valor Econômico**, Brasília, 19 de set. de 2019. Disponível em: < https://valor.globo.com/brasil/noticia/2019/09/19/modernizao-do-setor-eltrico-acabar-com-incentivo-a-fontes-renovveis-diz-mme.ghtml>. Acesso em: 06 de nov. de 2019.

CARDOSO, A. F.; DIAS, M. A. O. **Balanço Estrutural de Energia dos Sistemas Interligados**: Sul/ Sudeste/ Centro-Oeste/ e Norte/Nordeste. III Encontro Anual CEMIG / Mercado de Capitais. Uberlândia, 5 jun. 2003. . Disponível em: https://slideplayer.com.br/slide/1220683/. Acesso em: 23 out. 2019.

CEMIG, Companhia Energética de Minas Gerais. **Mini e microgeração distribuída – Sistema de compensação de energia**. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/corporativo/Paginas/micro_minigeracao.aspx> . Acesso em: 07 set. 2019.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Comercialização**. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao?_adf.ctrl-state=qst0wwk3b_5&_afrLoop=798383963217375#!>. Acesso em: 22 ago. 2019a.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Com quem se relaciona**. Disponível em: < https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/com_quem_se_relaciona?_adf.ctrl-state=qst0wwk3b_5&_afrLoop=798462712216247#!>. Acesso em: 22 ago. 2019b.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Setor elétrico**. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico?_adf.ctrl-state=y8dbt52rw_5&_afrLoop=739891190928131#!>. Acesso em: 22 ago. 2019c.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional (2020) – Relatório Síntese Ano Base 2019**. p.35, 2020.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional (2021) – Relatório Síntese Ano Base 2020**, 2021.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Planejamento Energético e a EPE**. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/planejamento-energetico-e-a-epe>. Acesso em: 21 ago. 2019b.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050**. Rio de Janeiro, p.136, Setembro 2018. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/planejamento-energetico-e-a-epe>. Acesso em: 21 ago. 2019.

FERNANDES, Maria Cristina.Bolsonaro critica proposta da Aneel de tributar energia solar: 'Taxar o sol já vai para o deboche'. **O Globo**, 24 out. 2019. Disponível em:

<https://oglobo.globo.com/economia/bolsonaro-critica-proposta-da-aneel-de-tributar-energia-solar-taxar-sol-ja-vai-para-deboche-24041186#:~:text=Taxar%20o%20sol%2C%20%C3%B4%20pessoal,qualquer%20taxa%C3%A7%C3%A3o%20%2D%20afirmou%20o%20presidente.l>. Acesso em: 11 mar. 2021.

IDEAL, Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina. **O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica** – Edição 2019. Disponível em <http://www.institutoideal.org/biblioteca>. Acesso em: out. 2019.

IEA, International Energy Agency. **Solar energy**. Disponível em: https://www.iea.org/topics/renewables/solar/. Acesso em: 23 out. 2019.

IEA PVPS , International Energy Agency. **Solar energy. Snapshot of Global PV Markets 2021.** Disponível em: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/04/IEA_PVPS_Snapshot_2021-V3.pdf. Acesso em: 01 ago. 2021.

IRENA, International Renewable Energy Agency. **Renewable Energy Capacity Statistics 2021**. Disponível em: file:///C:/Users/Taynara%20Polyanna/Downloads/Renewable%20Energy%20Capacity%20Statistics%202021.pdf. Acesso em : 08 ago. 2021.

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

MME, Ministério de Minas e Energia. **Incentivos Fiscais**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/3-incentivos-fiscais>. Acesso em: 23 set. 2019.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, mar. 2017.

NUNES, Z. Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul. Banco de Dados do Processo Legislativo PL 271/2015. **Diário Oficial da Assembleia Legislativa**, Porto Alegre, 05 de fev. de 2019. Disponível em: <http://proweb.procergs.com.br/temp/PL_271_201508032021182323_jus.pdf?08/03/2021%2018:23:24>.Acesso em: 07 nov. 2019.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. **O Sistema Interligado Nacional**. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>. Acesso em: 04 jan. 2020.

PASSATUTO, Luiz Arthur Tarralo. **Análise das propostas de mudança nas regras da geração distribuída no Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2020.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F.R.; ABREU, S. L. de; RÜTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

PEREIRA, Reuler Cardoso. **Políticas públicas para expansão da energia solar fotovoltaica: um estudo dos principais programas de incentivo da tecnologia no Brasil**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara - GO, 2019.

PINHO, J. T; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistema Fotovoltaicos**. Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL). Rio de Janeiro, mar. 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2021.

PORTAL SOLAR. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>.Acesso em: 22 out. 2019.

SEBRAE. Cadeia de Valor da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Brasília, 2018.

SILVA, M. F. **Panorama da energia solar fotovoltaica centralizada no sistema elétrico brasileiro: evolução, desafios e tendências**. 2006. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil ou Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p.8, 2006.

SOLARVOLT. **A Revisão da Resolução Normativa n° 482 da ANEEL: Entenda**, 24 outubro 2019. Disponível em: https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/a-revisao-da-resolucao-normativa-n-482-da-aneel-entenda/. Acesso em: 05 mar. 2021.

VARGAS, I. M. Discussão sobre redução de subsídio cria boom no setor de energia solar. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 15 de set. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/09/discussao-sobre-reducao-de-subsidio-cria-boom-no-setor-de-energia-solar.shtml>.Acesso em: 07 de nov. 2019.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica – Conceitos e Aplicações.** 2. ed. Saraiva, 2016.

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 18 de Agosto de 2021.

Taymara Polyanna Rocha Costa — 201349142
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A) — Matrícula

Taymara Polyanna Rocha Costa — 101.652.386-66
ASSINATURA — CPF

[1] LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.