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

LARISSA ARAÚJO NUNES

ESTUDO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE SWOT DO SETOR

JUIZ DE FORA
2019

LARISSA ARAÚJO NUNES

ESTUDO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE SWOT DO SETOR

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

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

JUIZ DE FORA

2019

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

Nunes, Larissa Araújo.
Estudo da geração distribuída fotovoltaica no Brasil: uma análise SWOT do setor. / Larissa Araújo Nunes. -- 2019.
57 p. : il.

Orientadora: Cristina Márcia Barros de Castro
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2019.

1. Geração Distribuída Fotovoltaica. 2. Energia Solar. 3. Matriz SWOT. I. Castro, Cristina Márcia Barros de, orient. II. Título.

LARISSA ARAUJO NUNES

ESTUDO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE SWOT DO SETOR

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

Aprovada em 26 de novembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

D. Sc, Cristina Márcia Barros de Castro (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc, Marcos Vinicius Rodrigues
Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc, Luiz Henrique Dias Alves
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por guiar meus passos, ser meu sustento diário e minha força. A Ele, toda hora e glória sempre!

Aos meus pais, que são os meus maiores exemplos de amor e incentivo, por sempre me apoiarem, investirem na minha educação e me darem todos os meios necessários para alcançar meus sonhos. Muito obrigada por tudo o que fizeram e fazem por mim diariamente!

À Cristina, sempre solícita e atenciosa, pela orientação exemplar, que tornou muito mais fácil a execução do trabalho, e pelos diversos ensinamentos que obtive.

À faculdade de engenharia da UFJF e suas diversas oportunidades, como a Mais Consultoria Jr., o GET, a bolsa na Pró-Reitoria de Extensão e a Iniciação Científica, que foram fontes de conhecimento essenciais e enriquecedoras dentro do curso de Engenharia de Produção.

A todos os professores, que diariamente me forneceram conhecimentos novos, me desafiaram e fizeram com que eu evoluísse dentro do curso de Engenharia de Produção.

Ao meu namorado, Otávio, que além de me incentivar e me proporcionar momentos de descontração ao longo desses cinco anos, sempre acreditou em mim e me forneceu apoio nos períodos difíceis.

Às minhas amigas, que sempre pude contar, pelo companheirismo, apoio e por sempre vibrarem pelas minhas conquistas e pela minha felicidade.

A todos vocês, muito obrigada!

RESUMO

Este estudo foi elaborado com o propósito de levantar informações sobre a geração distribuída fotovoltaica no Brasil. A pesquisa bibliográfica realizada permitiu identificar o contexto atual do setor de energia solar fotovoltaica, os benefícios proporcionados aos consumidores, os incentivos existentes no país para o seu crescimento, a configuração atual e as mudanças previstas na regulamentação, assim como os desafios que ainda devem ser superados para a sua expansão. A geração distribuída advinda da fonte solar é de extrema relevância social, visto que beneficia a sociedade com a redução de gastos com energia elétrica, a geração de emprego e renda, a redução de impactos ambientais negativos, o desenvolvimento econômico e a melhora da saúde da população. Com base nessa importância e tendo em vista contribuir para as informações existentes sobre o assunto, foi levantando um panorama geral do setor e uma análise de suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças por meio da ferramenta Matriz SWOT.

Palavras-chave: Geração Distribuída Fotovoltaica; Energia Solar; Matriz SWOT.

ABSTRACT

The main purpose of this study is to gather information about photovoltaic distributed generation in Brazil. This bibliographic research made it possible to identify the current state of the photovoltaic solar energy sector, the benefits provided to the consumers, the existing incentives in the country for its growth, the current configuration and expected changes in the regulation, as well as the challenges that still need to be surpassed for its expansion. Distributed generation from the solar source is of extreme social relevance, as it benefits society by reducing electricity costs, generating jobs and income, reducing negative environmental impacts and improving both economic development and the health of the population. Based on this importance and in order to contribute to the existing knowledge on the subject, this study indents to give an overview of the sector and an analysis of its strengths, weaknesses, opportunities and threats through the SWOT Matrix tool.

Keywords: Photovoltaic Distributed Generation; Solar energy; SWOT matrix

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama esquemático de sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica. 19

Figura 2: Alternativas com base na valoração dos componentes descontados na compensação de créditos. 21

Figura 3: Evolução da capacidade instalada mundial – 2000 a 2015..... 24

Figura 4: Matriz elétrica mundial..... 25

Figura 5: Geração e potência instalada solar no mundo no ano de 2017 26

Figura 6: Evolução do preço da fonte solar fotovoltaica em leilões de energia no mercado regulado de 2013 a 2017. 27

Figura 7: Matriz de energia elétrica brasileira dada em % de potência - 2019..... 28

Figura 8: Potência instalada (MW) de geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil 2012-2019..... 30

Figura 9: Geração distribuída fotovoltaica no Brasil por classe de consumo..... 31

Figura 10: Distribuição de usinas de geração de energia elétrica por região 31

Figura 11: Radiação solar horizontal global anual (kWh/m²/dia)..... 32

Figura 12: Evolução do payback para o cenário vigente de 2018 a 2035. 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Geração de trabalho nos diversos setores de energia no mundo em 2007. 42
Tabela 2: Matriz SWOT do setor de energia fotovoltaico brasileiro. 46

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

AIR - Análise de Impacto Regulatório

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

CONFAZ - Conselho Nacional de Política Fazendária

CONFAZ - Conselho Nacional de Política Fazendária

GD – Geração Distribuída

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IEA - International Energy Agency

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MIGDI - Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PIS - Programa de Integração Social

PROESCO - Projetos de Eficiência Energética

ProGD - Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica

REIDI - Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura

SIGFI - Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente

SIN - Sistema Interligado Nacional

SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

SUDECO - Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats

TUSD - Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição

TUST - Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 13
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 15
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 15
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 16
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 17

2. ENERGIA SOLAR 18

2.1 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA 19

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E NO MUNDO 24

3.1 ENERGIA SOLAR NO MUNDO 24
3.2 ENERGIA SOLAR NO BRASIL 27
3.2.1 INCENTIVOS E SUBSÍDIOS GOVERNAMENTAIS 33

4. MATRIZ SWOT 36

5. MATRIZ SWOT DO SETOR DE ENERGIA SOLAR 39

5.1 CLASSIFICAÇÃO DO MICRO E DO MACROAMBIENTE 39
5.2 CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DA MATRIZ SWOT 45

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 52

7. REFERÊNCIAS 54

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como foco o estudo da energia solar e de seus impactos com a Geração Distribuída (GD). A geração distribuída de energia tem como característica principal a instalação da central geradora próxima à carga de consumo, normalmente na rede de distribuição do sistema ou mesmo após o sistema de medição do consumidor (ACKERMANN et al., 2001).

No Brasil, essa produção pode ser classificada em microgeração distribuída ou minigeração distribuída, de acordo com o Resolução Normativa nº 482/2012. A microgeração distribuída engloba os sistemas de geração de energia renovável ou cogeração qualificada conectados a rede com potência até 75 kW, enquanto a minigeração distribuída tem potência superior a 75 kW e inferior a 5 MW (ANEEL, 2015) .

Segundo a Resolução Normativa nº 687/2015 publicada pela ANEEL, no sistema de geração distribuída, ao se produzir uma quantidade de energia superior à consumida em determinado momento, o consumidor obtém um crédito, que é abatido no consumo da unidade a partir da redução da fatura nos meses seguintes. Além disso, criou-se o conceito de "geração compartilhada", um mecanismo no qual interessados podem reunir-se e instalar a micro ou minigeração distribuída de forma conjunta para possibilitar uma redução de faturas para ambas as partes (ANEEL, 2015).

Dessa forma, o estudo em questão conta com uma análise do contexto histórico da geração distribuída fotovoltaica, as oportunidades e os desafios de crescimento no Brasil, e uma comparação com outros países que já possuem uma consolidação maior no setor.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), em 2017, o Brasil ingressou no ranking de produtores mundiais ocupando o 10º lugar dentre os países que mais investiram no setor de energia solar. Apesar disso, a produção, através dessa fonte, representa até o mês de outubro de 2019 apenas 1,3% da matriz energética brasileira (ABSOLAR, 2019).

Dessa forma, observa-se que há um grande potencial de crescimento do mercado de energia solar no Brasil, que é um país com alta incidência de raios solares, superior a maioria dos países que hoje se destacam no ranking de produção mundial de energia a partir dessa fonte. Além disso, há uma demanda crescente por energias de origens renováveis, visto que a

energia proveniente de combustíveis fósseis tem se esgotado e apresentado custos crescentes. Da mesma forma, tem se intensificado a preocupação em reduzir a emissão dos gases de efeito estufa, o que reforça o potencial da energia solar como uma fonte de energia limpa e cujos impactos sobre o meio ambiente são baixos (VILLALVA, 2015).

Um dos principais desafios encontrados para o crescimento desse setor se encontra no alto preço da instalação das placas fotovoltaicas. Entretanto, esse problema já tem sido minimizado nos últimos anos, visto que o preço dos sistemas de geração de energia solar registrou uma queda significativa, tornando-se um dos mais competitivos para a geração de energia limpa no mercado de energia brasileiro (ABSOLAR, 2019).

Outro fator que reforça o potencial de crescimento do uso da fonte solar são os incentivos dados pelo governo, como o fundo clima, um programa de incentivo e financiamento de projetos e empreendimentos que reduzam os impactos sobre a mudança de clima (MMA, 2014).

Dessa forma, o estudo em questão é relevante para disseminar informações sobre a geração distribuída fotovoltaica e o papel estratégico que ela possui não apenas para o desenvolvimento do país, mas para as empresas e potenciais consumidores que podem reduzir custos e contribuir para um futuro mais sustentável. Além disso, fornece também um direcionamento estratégico de como tem se comportado o setor solar fotovoltaico, a fim de apontar seus pontos fortes e as possibilidades existentes para a sua expansão.

1.2 JUSTIFICATIVA

O crescimento do mercado de energia fotovoltaica com geração distribuída beneficia diretamente a sociedade, visto que possibilita a redução de gastos com energia em residências e indústrias, promove a geração de emprego e renda através das usinas do setor e pode servir como diferencial competitivo de iniciativas privadas. Além disso, pode melhorar as condições de vida e saúde da população através da redução dos impactos socioambientais negativos gerados por outras fontes de energia.

Dessa forma, o estudo sobre o setor é de extrema relevância social e econômica, pois afeta diretamente a sociedade e o crescimento econômico do país. Sendo assim, trabalhos sobre o assunto possuem papel estratégico para o compartilhamento de informação, que é o pré-requisito para qualquer mudança. Além disso, é um assunto que vem sendo cada vez mais abordado no âmbito científico, que busca meios de, através do conhecimento e da tecnologia, embasar o setor com inovações que o beneficiem.

Assim, o trabalho propõe gerar impacto disseminando as informações no meio acadêmico, possibilitando que mais pessoas e empresas conheçam o mercado de energia solar, o contexto atual em que se encontra e quais benefícios podem ser obtidos com a implementação das placas fotovoltaicas.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

No estudo desenvolvido, foi utilizada uma abordagem qualitativa, através de uma pesquisa histórica com o uso de referências bibliográficas para a realização de um esboço teórico da geração distribuída de energia solar. Sendo assim, o trabalho versa as questões de quais são os impactos que essa geração pode causar e quais são os principais desafios e oportunidades para o seu crescimento.

Para cumprir com esse objetivo, foi feita uma revisão bibliográfica dos impactos da geração distribuída fotovoltaica, de forma a contribuir para as informações sobre o assunto, que é recente para o país e pouco desenvolvido em relação à matriz energética brasileira.

Dessa forma, algumas outras questões foram abordadas por estarem diretamente ligadas ao tema, como a complementaridade com as hidrelétricas, os incentivos e os subsídios dados pelo governo, os desafios encontrados para a expansão da energia solar no Brasil, assim como o impacto de mudanças previstas na regulamentação da geração distribuída.

Por fim, buscou-se realizar a construção de uma matriz SWOT, a fim de classificar os fatores que constituem forças, fraquezas, ameaças e oportunidades no processo de crescimento da geração distribuída fotovoltaica.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

Objetivo geral do estudo: O estudo objetiva levantar o panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil, a fim de servir de insumos para a construção de uma matriz SWOT e apontar ações adequadas para potencializar as forças e oportunidades encontradas e neutralizar ou reduzir o efeito das ameaças e fraquezas identificadas.

Na busca desse objetivo principal, o trabalho deve cumprir, então, com os seguintes **objetivos específicos**:

- Analisar o panorama da produção de energia solar no Brasil e no mundo.

- Apresentar a regulamentação, os impactos das mudanças previstas e os benefícios da geração distribuída fotovoltaica.

- Abordar os incentivos existentes no Brasil para a expansão do setor fotovoltaico.

- Analisar, através da criação de uma matriz SWOT, as oportunidades, desafios, forças e fraquezas da geração distribuída no país, além de apontar possíveis mudanças que podem ocorrer para um maior desenvolvimento do setor.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa foi de cunho exploratório, através de uma pesquisa bibliográfica minuciosa em artigos e textos científicos que abordam o mercado de energia solar no Brasil, abordando principalmente a geração distribuída.

Após essa pesquisa e a partir da coleta de dados em órgãos responsáveis pelo setor, foi feita uma análise qualitativa sobre o tema, de forma a abordar diferentes aspectos sobre o setor, a relação entre esses aspectos e os impactos econômicos, ambientais e sociais provenientes dessa geração. Foi realizado um estudo aprofundando acerca do contexto atual do mercado de energia solar brasileiro, assim como um panorama atual de outros países que se destacam no ranking mundial de produção de energia solar.

Para a pesquisa sobre o tema, as legislações em vigor que regulamentam a geração distribuída também consistirão como base para o estudo, assim como as normas do modelo institucional do setor. Além disso, foram analisados os programas e iniciativas do governo que tem influência direta sobre o crescimento do setor e como essa influência tem se dado.

Como questões abordadas neste trabalho, destacam-se as mudanças que estão previstas para a regulamentação do mercado de energia solar, sendo que foram analisadas as atuais regras da ANEEL, as alterações previstas e os impactos sobre os consumidores e o setor de forma geral.

Assim, com o estudo dos dados coletados, as características identificadas sobre o setor de energia fotovoltaico brasileiro foram classificadas, de acordo com a pesquisa bibliográfica realizada sobre o tema, em forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, de forma a constituir uma matriz SWOT do panorama da energia solar no Brasil.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo destina-se a uma introdução do trabalho. Neste, foram abordadas considerações iniciais, objetivos, justificativas, metodologia e escopo do trabalho.

Já no próximo capitulo, foi feita uma introdução sobre o mecanismo por trás da geração de energia através da fonte solar e uma seção abordando especificamente à modalidade de geração distribuída.

No terceiro capítulo, foi realizada uma contextualização do setor no Brasil e no mundo, de forma a abordar brevemente a história da energia solar, o contexto atual da geração distribuída no país, a matriz elétrica brasileira e a concentração das fontes de energia solar por região. Além disso, foram analisados os benefícios da energia solar, a complementaridade com as hidrelétricas e os incentivos existentes no país para a ampliação da geração distribuída fotovoltaica.

Já no quarto, foi realizada uma introdução sobre o conceito de uma matriz SWOT e, em seguida, a construção de uma com base na geração distribuída de energia solar. Desse modo, foram identificadas as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades para a expansão do setor.

O quinto capítulo foi destinado a uma discussão dos resultados encontrados, de forma a analisar os dados e situações levantadas para a construção do trabalho.

O sexto capítulo apresenta as considerações finais da autora a respeito do trabalho desenvolvido. Assim, ele abordou brevemente os aspectos tratados durante a sua construção e uma análise sobre o alcance dos objetivos estipulados inicialmente.

2. ENERGIA SOLAR

A radiação solar pode ser aproveitada tanto como fonte de energia térmica, ao aquecer fluidos e possibilitar a geração de potência mecânica e elétrica, quanto como fonte de energia elétrica, através da geração de corrente elétrica que ocorre quando fótons atingem um material semicondutor previamente purificado e dopado, geralmente, o silício (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

Através da excitação de elétrons em um material sólido, ou seja, do alcance de níveis de energia mais altos pela absorção de luz, uma diferença de potencial é gerada, a qual é utilizada pelos sistemas fotovoltaicos. Esses sistemas, formados por células solares compostas por um dispositivo com dois terminais, possuem como intuito a conversão de energia proveniente do sol em elétrica, de forma a disponibilizá-la para consumo imediato ou armazená-la para uso em outro momento (DIENSTMANN, 2009).

Para conservar a energia produzida, utilizam-se baterias recarregáveis quando se tratam de sistemas de pequeno porte. Já nos casos em que bancos de baterias são requeridos, é necessário um controlador de carga para evitar que haja uma sobrecarga ou descargas de alta intensidade (BENEDITO, 2009).

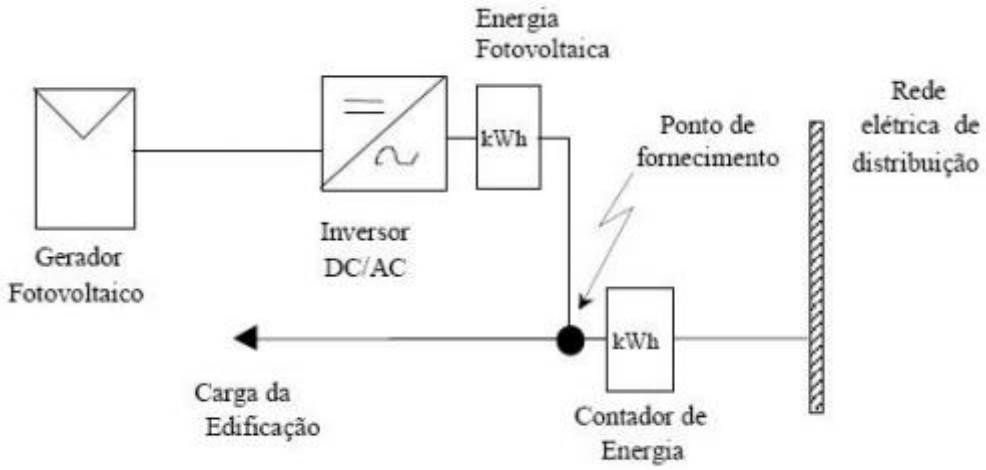
O inversor, que tem como função transformar corrente elétrica contínua em alternada, também pode ser demandado no sistema fotovoltaico quando a unidade consumidora de energia apresenta dispositivos que operam em corrente alternada ou quando há a injeção de energia diretamente na rede elétrica, como é o caso da geração distribuída (BENEDITO, 2009).

De forma geral, podemos classificar os sistemas fotovoltaicos em duas categorias: sistemas fotovoltaicos isolados e sistemas fotovoltaicos conectados à rede. O primeiro é adotado quando a energia convencional não pode ser utilizada, devido a motivos ambientais ou técnicos, assim como em casos nos quais a concessionária não possui interesse em estabelecer suas redes em decorrência à uma demanda reduzida (BENEDITO, 2009).

Já o sistema fotovoltaico conectado à rede, ao contrário do isolado, não necessita de acumulador, já que a energia pode ser consumida ou inserida de forma direta na rede elétrica, e pode ser de dois tipos: grandes centrais fotovoltaicas ou de pequeno e médio porte. As grandes centrais possuem uma produção de energia em alta escala, através de extensas plantas solares, que é conduzida em alta tensão até as localidades em que é consumida. É o caso da chamada geração centralizada (BENEDITO, 2009).

Já o sistema fotovoltaico conectado à rede de pequena ou média potência, que é o tipo abordado neste trabalho, é formado por painéis fotovoltaicos - geralmente instalados nos telhados, um inversor, quadros de proteção elétrica e medidores de energia, assim como ilustra a Figura 1. Esse sistema é implementado para suprir uma demanda por energia do consumidor e, em alguns casos, para vender a energia para a distribuidora quando há uma quantidade produzida superior à consumida (IEI, 2009).

Figura 1: Diagrama esquemático de sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica.



Fonte: ZILLES, 2008.

2.1 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Como citado anteriormente, a geração distribuída (GD) consiste na produção de energia através de geradores de pequeno porte instalados próximos ao centro de consumo, enquanto a geração centralizada é realizada através de grandes instalações interconectadas por linhas de transmissão e despacho centralizado (RODRIGUES; BORGES; FALCÃO, 2007).

A GD traz inúmeras vantagens ao sistema elétrico como a redução dos impactos ambientais negativos, a melhoria do nível de tensão da rede no período de pico de consumo, diminuição das perdas de transporte e a diversificação da matriz energética (ANEEL, 2016).

Um marco para a geração distribuída solar foi a Resolução Normativa da ANEEL Nº 482 em 2012, que definiu a faixa de potência da micro e minigeração de energia, além de permitir que o excedente da geração de energia por parte dos consumidores pudesse ser exportada para a rede da concessionária de distribuição (ANEEL, 2012).

De acordo com esta resolução da ANEEL, quando a quantidade produzida for superior ao consumo, o consumidor ganha um crédito que pode compensar o consumo em outro posto tarifário, na fatura dos próximos meses ou utilizá-lo em outra unidade cadastrada na área de concessão. Para esse último caso, é necessário ainda que a unidade seja classificada como autoconsumo remoto[1], geração compartilhada [2]ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras [3](ANEEL, 2016).

Para aderir à micro ou minigeração distribuída, o próprio consumidor é responsável por analisar a relação de custo e benefício. Ele deve, então, realizar o levantamento do custo de implementação do sistema de geração e procurar saber sobre as condições de financiamento por conta própria (ANEEL, 2016).

O valor do investimento está ligado a diversos fatores como a tecnologia da equipagem, dimensão da unidade de consumo e da central de geração, localização, valor da tarifa que a unidade consumidora tem que pagar, condições de pagamento ou financiamento do projeto e existência de outras unidades consumidoras que possam utilizar os créditos do sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2016).

Entretanto, o funcionamento da geração distribuída fotovoltaica deve passar por mudanças em breve. Em outubro de 2018, foi lançada a Análise de Impacto Regulatório (AIR), a fim de revisar a Resolução Normativa Nº482/2012 e elaborar uma metodologia para guiar as propostas de revisão. A mudança em pauta reside principalmente na forma como ocorre a compensação dos créditos de energia (ANEEL, 2018).

O AIR apresenta seis alternativas para o Modelo de Sistema de Compensação de Energia Elétrica e decorre de uma pressão por parte das distribuidoras em minimizar a perda de lucros e receitas que a geração distribuída vem causando ao tornar o consumidor independente e produtor de sua própria energia. Assim, a mudança tem um intuito financeiro, que é aumentar o preço pago por parte do consumidor pelas redes de distribuição (ABSOLAR, 2018).

---

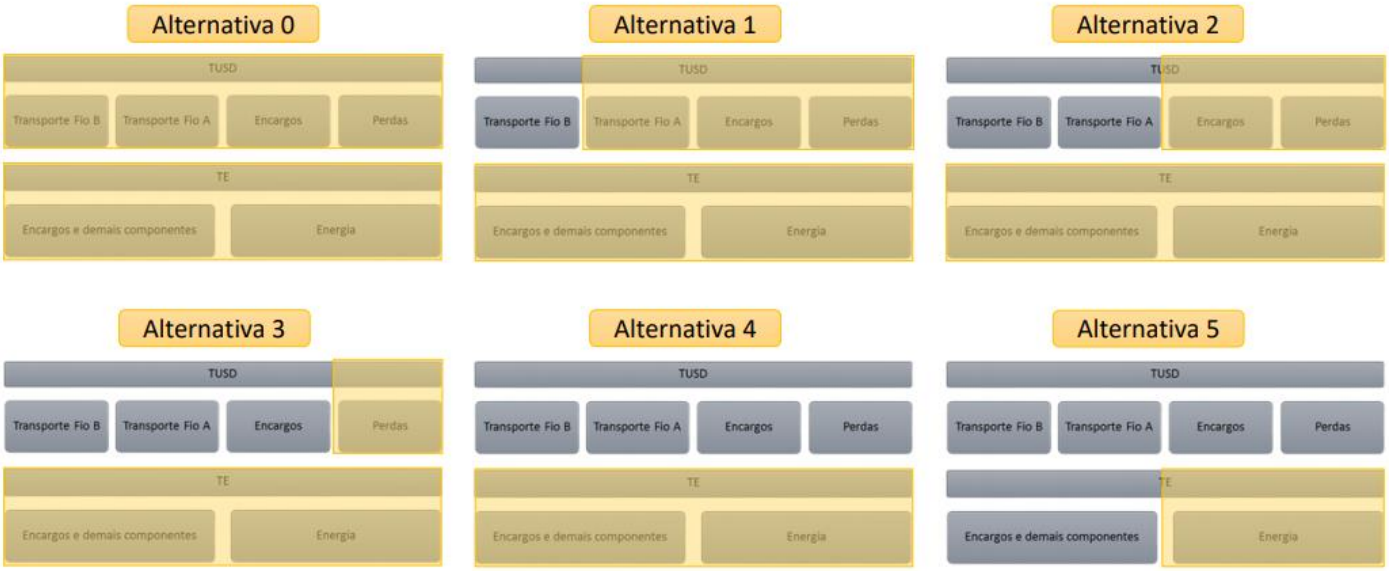
[1] Autoconsumo remoto: Mecanismo que permite ao consumidor gerar energia em uma unidade e aproveitar o excedente para compensar outras contas**,** desde que de mesma titularidade e dentro da área de concessão de uma mesma distribuidora (ANEEL, 2016).

[2] Geração Compartilhada: conjuntos de vários consumidores que desejam se associar para se beneficiar da energia gerada por uma usina fotovoltaica de propriedade comum (ANEEL, 2016).

[3] Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta (ANEEL, 2016)

As alternativas, representadas na Figura 2, apresentam diferentes formas de valoração da energia, sendo que, atualmente, ela é feita com base em todos os componentes da tarifa de fornecimento. Assim, o AIR discute quantos e quais dos seis componentes poderão ser descontado de sua fatura de energia elétrica, através de cada KWh gerado por suas placas fotovoltaicas (ANEEL, 2018).

Figura 2: Alternativas com base na valoração dos componentes descontados na compensação de créditos.



Fonte: ANEEL (2018).

A agência reforça, ainda, que as mudanças previstas irão ocorrer de forma gradual, à medida que valores específicos de potência acumulada forem atingidos, sendo este valor de 3,36 GW para a geração junto à carga e de 1,25 GW para a primeira mudança (da alternativa 0 para a 1) da geração remota (ABSOLAR, 2019).

Outro fato importante está na seguinte regra de transição: os sistemas de micro e minigeração distribuída existentes até a publicação da nova resolução normativa da ANEEL permanecerão com o modelo de compensação de créditos de energia atual durante o prazo de 25 anos. Por outro lado, os ingressantes entre a data da publicação e a data de alcance do primeiro gatilho de mudança também serão beneficiados com a permanência do modelo atual por 10 anos (ABSOLAR, 2019).

É importante ressaltar que a geração distribuída traz diversos benefícios tanto para o consumidor, quanto para o setor elétrico. A partir da geração de energia com placas fotovoltaicas, o consumidor reduz gastos com altas tarifas de energia e garante uma qualidade

superior do abastecimento, já que evita a influência de variações na frequência da tensão. A confiabilidade do suprimento também é aumentada, devido à eliminação de falhas na transmissão e distribuição (BARBOSA; AZEVEDO, 2014).

Além disso, há uma diversificação do mix da geração, o que resulta em maior segurança no suprimento de energia, e o aumento da geração de empregos através da produção pela indústria nacional e do consequente desenvolvimento econômico (BARBOSA; AZEVEDO, 2014).

Segundo Olade (2011) há também, em decorrência da utilização dos recursos da própria região em que está localizada a instalação elétrica, um desenvolvimento local de cunho social e econômico, assim como apontam Barbosa e Azevedo (2014).

Já para o setor elétrico, a geração distribuída também é vista como uma forma de reduzir custos. Ela possibilita a postergação dos investimentos e redução de falhas em transmissão e distribuição, assim como a redução da capacidade e a estabilidade na tensão elétrica (OLADE, 2011).

Outra vantagem da geração distribuída é a capacidade de atender de forma mais rápida a uma variação de demanda, devido ao tempo de implantação ser muito menor que o da geração centralizada e da geração distribuída ser menos sujeita a burocracias (PEDRO, 2018).

Complementando as vantagens à sociedade e ao consumidor, há também muitas para o aspecto ambiental. Entre elas, é possível citar a redução dos gases do efeito estufa e, consequentemente, de mudanças climáticas, a redução dos malefícios inerentes às construções de grandes instalações de geração de energia e de longas linhas de transmissão, a contenção do desmatamento e a diminuição do emprego de fontes de energia não renováveis (BARBOSA; AZEVEDO, 2014).

Entretanto, é importante destacar que o aumento da geração distribuída acarreta em diversas consequências para o sistema elétrico, que devem ser mitigadas para que o país possa desfrutar dos benefícios da GD.

Uma dessas consequências advém do fato do valor da tarifa residencial permanecer o mesmo ao longo do dia pelas unidades de geração distribuída, o que acarreta em uma discrepância entre o preço da energia fotovoltaica produzida e da consumida da concessionária (IPEA, 2018).

Assim, os produtores podem injetar energia no sistema de distribuição em momentos cuja demanda apresenta-se baixa, como 8h e 16h, e utilizar os créditos recebidos em períodos de pico de consumo, quando não há geração de energia fotovoltaica. Isso faz com que, na prática, a GD possa vender à concessionária energia por um preço mais elevado e compra-la

por um preço mais baixo, resultando em um desequilíbrio nas contas da distribuidora (IPEA, 2018).

Outro fator que possui grande impacto sobre o sistema elétrico reside na variabilidade da geração de energia fotovoltaica durante o dia. Como a produção atinge os maiores valores no período de 12h a 13h, em que a incidência solar é mais elevada, e tem a produção finalizada quando o sol se põe, pode-se gerar uma grande instabilidade da rede com o aumento da produção de energia solar distribuída (IPEA, 2018).

Além disso, uma possível consequência da expansão da geração de energia fotovoltaica seria a regressividade na tarifa de energia. Ainda segundo IPEA (2018), a maior parte dos consumidores que instalam um sistema fotovoltaico reside nas classes sociais que desfrutam de maior poder aquisitivo. Assim, o modelo de compensação de créditos faz com que esses produtores sejam beneficiados com a redução de impostos.

Em contrapartida, a tarifa teria que ser reajustada, o que impactaria diretamente os consumidores que não possuem um sistema fotovoltaico e que teriam que arcar com preços mais altos de energia.

Outro ponto que IPEA (2018) levanta é a sazonalidade da geração de energia solar. Como a incidência solar apresenta o seu ápice no verão, a energia fotovoltaica propicia custos unitários reduzidos e atrai novos consumidores de sistemas fotovoltaicos nesse período.

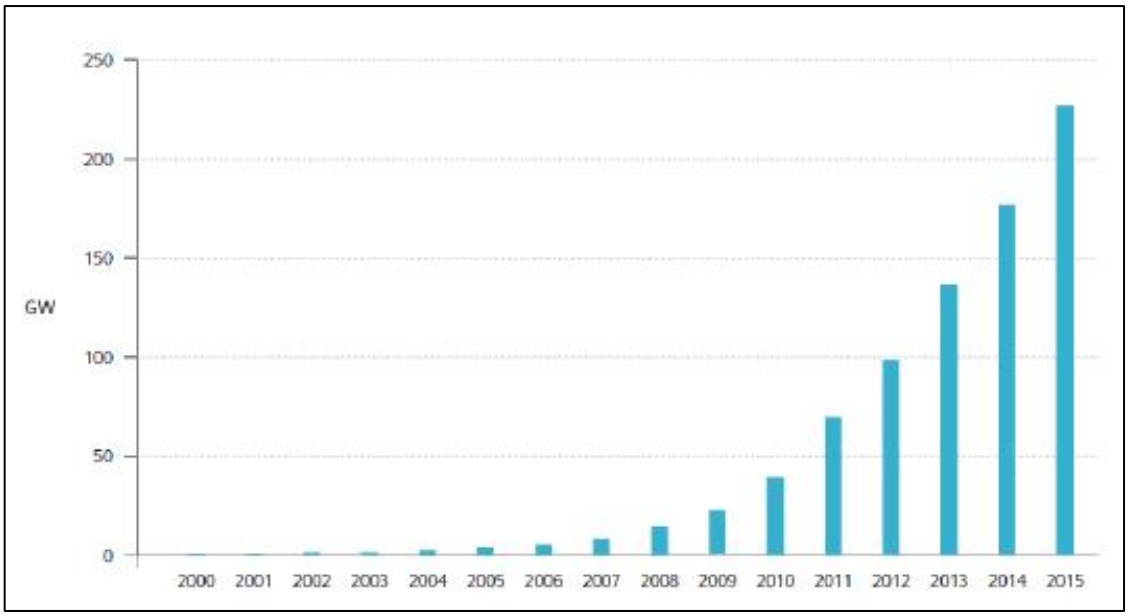
3. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E NO MUNDO

3.1 ENERGIA SOLAR NO MUNDO

A Energia Solar tem crescido também em diversas outras partes do mundo, devido à constante preocupação em reduzir os gases do efeito estufa e combater o aquecimento global. Muitos países investiram nesse setor e hoje contam com uma grande participação da energia solar na matriz energética nacional.

Tal fato pode ser comprovado pela Figura 3 que traz os dados da evolução da capacidade instalada mundial de energia solar entre 2000 e 2015. Ao longo desse período, o valor da capacidade instalada registrou um crescimento de 41% (IEA, 2015).

Figura 3: Evolução da capacidade instalada mundial – 2000 a 2015



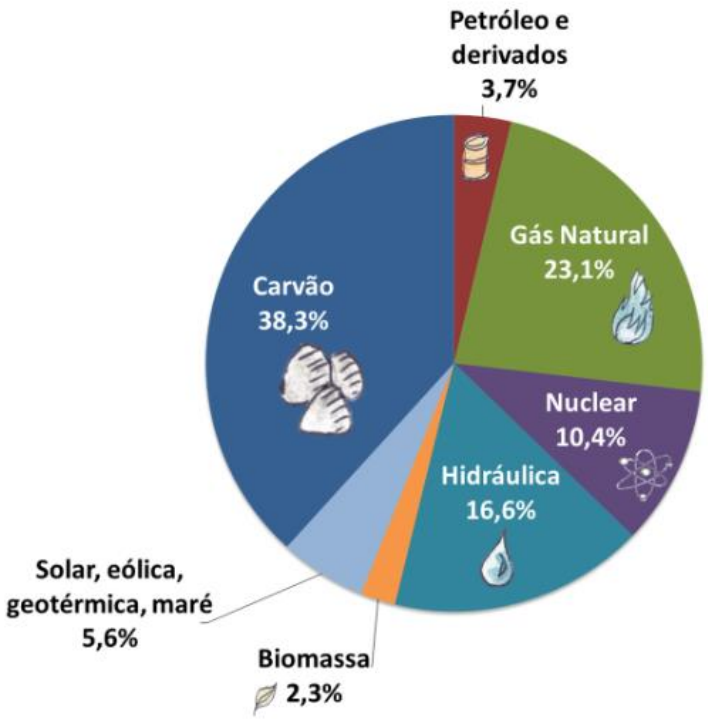
Fonte: International Energy Agency (2015).

Esse crescimento tem sido possível pelo avanço da tecnologia e pelos incentivos dados à geração de energia solar, principalmente em países europeus e, mais recentemente, na Ásia. Esses fatores possibilitaram o aumento da demanda e produção e consequentemente da redução dos preços dos componentes do sistema solar fotovoltaico (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

Como é possível observar na Figura 4, a energia solar representou, em 2016, junto a outras fontes renováveis como a eólica, geotérmica e maré, 5,6% da matriz elétrica mundial.

Sozinha, segundo o IEA (2016), esse tipo de geração é responsável por 2% da produção mundial de energia elétrica.

Figura 4: Matriz elétrica mundial



Fonte: International Energy Agency (2016)

O avanço das tecnologias foi possibilitado principalmente pela Alemanha, Estados Unidos e Japão, que hoje desfrutam amplamente dos benefícios da geração de energia solar. Entretanto, o país que mais concentra estudos voltados para o desenvolvimento do setor atualmente é a China, que já ocupa o primeiro lugar no ranking de produção mundial desse tipo de energia (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

Como é possível observar na Figura 5, apesar da China ocupar a liderança em potência instalada, a Espanha é o país que possui o maior fator de capacidade[4], o equivalente a 28,3%. Além disso, os que possuem a maior porcentagem de geração de energia solar em relação à energia total produzida pelo país são Itália e Grécia, com os respectivos valores de 8,1% e 8,2%.

[4] Fator de capacidade: medida da proporção entre a produção efetiva das usinas em um período de tempo e a produção total máxima neste mesmo período.

Figura 5: Geração e potência instalada solar no mundo no ano de 2017

	País	Geração (TWh)	% da Geração Total	Potência Instalada (MW)	Fator de Capaci-dade (%)	Expansão no Ano (GW)
1	China	66,2	1,1	78.070	13,2	34,5
2	Estados Unidos	56,8	1,3	40.300	18,6	14,7
3	Japão	49,5	4,9	42.750	14,9	8,6
4	Alemanha	38,2	5,9	41.275	10,8	1,5
5	Itália	22,9	8,1	19.279	13,7	0,4
6	Espanha	13,6	5,0	5.490	28,3	0,1
7	Índia	11,9	0,8	9.010	18,8	4,0
8	Reino Unido	10,3	3,1	11.727	11,0	2,0
9	França	8,3	1,5	7.130	13,8	0,6
10	Austrália	7,2	2,8	5.488	15,8	0,8
11	Coréia do Sul	5,2	0,9	4.350	15,2	0,9
12	Grécia	4,0	8,2	2.611	17,5	0,0
13	África do Sul	3,3	1,3	1.544	27,6	0,5
14	Canadá	3,1	0,5	2.715	13,4	0,2
15	Bélgica	3,0	3,6	3.422	10,1	0,2
	Outros	29,7	0,4	26.313	14,6	6,3
	Mundo	**333,1**	**1,4**	**301.473**	**14,4**	**75,1**
	% do mundo	**1,4**		**4,7**		**34,9**

Fonte: MME (2017)

A liderança da China é explicada, não apenas pelo maciço investimento em estudos e desenvolvimento de tecnologias para a geração de energia solar, mas pelo fato de o país contar com uma grande quantidade de produtores de painéis fotovoltaicos. Desse modo, obtém-se a redução de custos e, consequentemente, preços mais acessíveis aos consumidores (NASCIMENTO, 2017).

Outro país que vem se destacando pela produção de energia solar é a Índia, que obteve um crescimento de 66% da capacidade instalada em 2015. Com uma enorme demanda por energia elétrica, a Índia vem investindo de forma considerável no setor, o que lhe possibilitou o alcance da posição de 7ª maior potência instalada solar em 2016 (NASCIMENTO, 2017).

Apesar do Brasil ainda não configurar no ranking mundial de potência acumulada em energia solar, o país passou a ocupar, em 2017, o 10º lugar na lista de países que mais investem nesse setor (ABSOLAR, 2019).

Entretanto, em detrimento do aumento de investimento realizado pelo Brasil nesse setor e do fato de a média de irradiação solar (1500-2500 Wh/m²) ser superior aos países que mais se destacam no ranking mundial, como Alemanha (900-1250 Wh/m²), França (900-1650 Wh/m²) e Espanha (1200-1850), a geração de energia solar no Brasil em TWh apresenta-se muito abaixo do que poderia ser alcançada, visto que o país está longe de equiparar à produção desse países (PEREIRA et al., 2006).

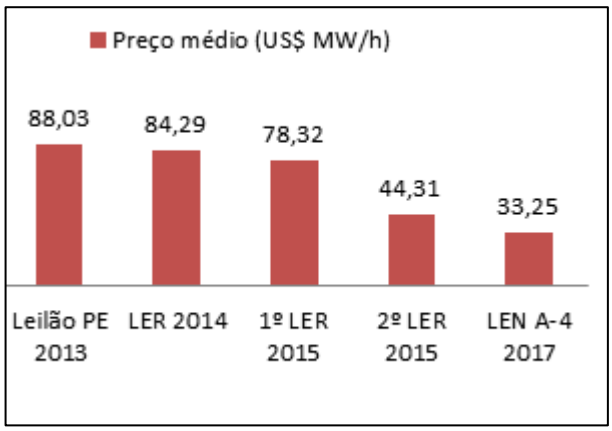
3.2 ENERGIA SOLAR NO BRASIL

Enquanto países mundo à fora investiam no mercado de energia solar e desenvolviam-se nesse aspecto, o Brasil apresentou uma inserção tardia dessa fonte em sua matriz elétrica. Foi somente em 2014, que o mercado de energia solar começou a se desenvolver devido à realização do primeiro leilão em que foi comercializada energia proveniente de placas fotovoltaicas. O evento acarretou em um acréscimo de 891MW de potência naquele ano a partir das regiões Nordeste, Centro- Oeste e Sudeste (EPE, 2015).

Outro fator que possibilitou o crescimento da geração de energia solar no Brasil foi a criação da portaria Nº 538, de 15 de Dezembro de 2015 que firmou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), um grande incentivo às fontes de energia renováveis (OLIVEIRA; OLIVEIRA; GOMES, 2017).

Além do início da realização de leilões e da fundação do ProGD, o mercado de energia solar também se beneficiou com a queda dos preços das placas fotovoltaicas. Esse fato resultou na consequente baixa do preço-médio de energia solar, que caiu em 67,7 % de 2013 a 2018, como é possível observar na Figura 6 (ABSOLAR, 2019).

Figura 6: Evolução do preço da fonte solar fotovoltaica em leilões de energia no mercado regulado de 2013 a 2017.



Fonte: elaborada pela autora a partir de CCEE/ABSOLAR (2019).

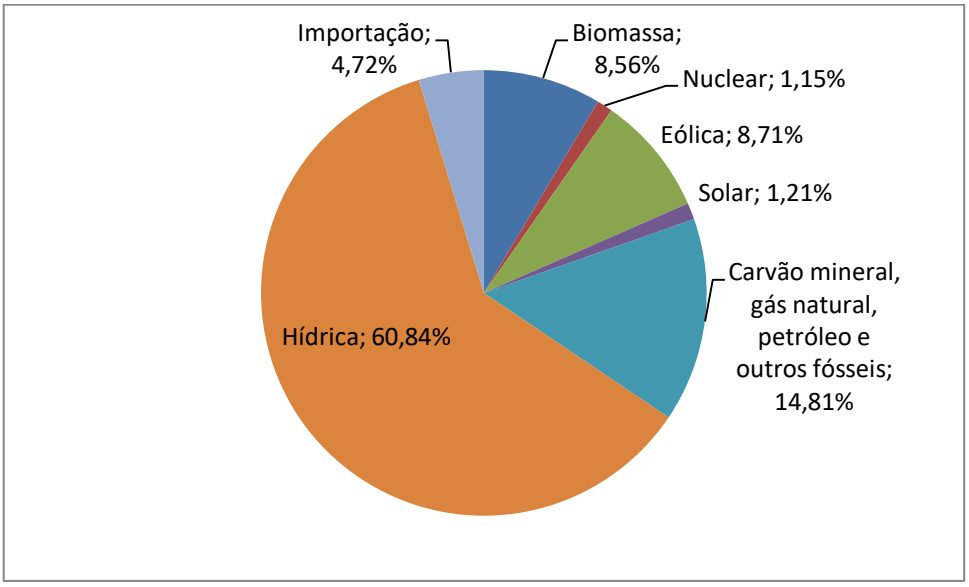
Segundo a projeção realizada no Plano Decenal de Energia Elétrica 2024, o mercado será beneficiado com quedas ainda maiores no preço dos equipamentos do sistema fotovoltaico e prevê-se que, até o ano de 2024, a fonte solar passe a representar 4% da matriz elétrica nacional (EPE, 2015).

Além disso, é esperado que o custo de instalação para consumidores residenciais registre uma queda de 48,70% até 2020, enquanto para o segmento comercial, esse número deve ser de 46,3%. De acordo com o Plano Decenal de Energia, a instalação de plantas centralizadas também deve ser impulsionada, visto que a redução de preço previsto para esse tipo de consumidor é de 54,8% (EPE, 2014).

A queda dos preços dos equipamentos fotovoltaicos está diretamente relacionada à cadeia produtiva que é responsável pelo fornecimento do setor. No Brasil, o número de fabricantes desses equipamentos ainda é baixo, apresentando apenas 74 produtores de sistemas solares fotovoltaicos (kit), 14 de inversores fotovoltaicos, 9 de módulos fotovoltaicos e apenas 1 de baterias e string box. Sendo assim, o setor precisa de incentivos para o aumento de competitividade e a consequente queda do preço dos dispositivos (BNDES, 2019).

Apesar da expansão prevista e da que já vem ocorrendo nos últimos anos no setor de energia solar, ao comparar a utilização desta fonte com as demais fontes de geração no Brasil, no ano de 2019, observa-se uma proporção pouco expressiva na matriz elétrica, como é possível confirmar na Figura 7.

Figura 7: Matriz de energia elétrica brasileira dada em % de potência - 2019.



Fonte: elaborada pela autora a partir de ANEEL, 2019.

Entretanto, o fato do Brasil apresentar um grande número de usinas hidrelétricas pode ser explorado em benefício do crescimento de energia solar. Isso se deve ao fato da produção de energia através da fonte hídrica sofrer uma grave baixa em períodos de seca, o

que faz com que as termoelétricas tenham que ser acionadas e o preço da energia sofra um aumento recorrente (ALENCAR; STEDILE; JUNIOR, 2018).

Sendo assim, instalar painéis solares em usinas hidrelétricas seria uma forma de aumentar a geração de eletricidade, evitar os prejuízos obtidos com a escassez de chuva e possibilitar o acúmulo de água nos reservatórios (MARTINS; PEREIRA; AZEREDO, 2018).

A complementaridade entre essas duas fontes também minimizaria a desvantagem que a energia solar apresenta de não possibilitar uma geração contínua, devido ao ciclo natural dia/noite e às variações no nível de irradiação (ALENCAR; STEDILE; JUNIOR, 2018).

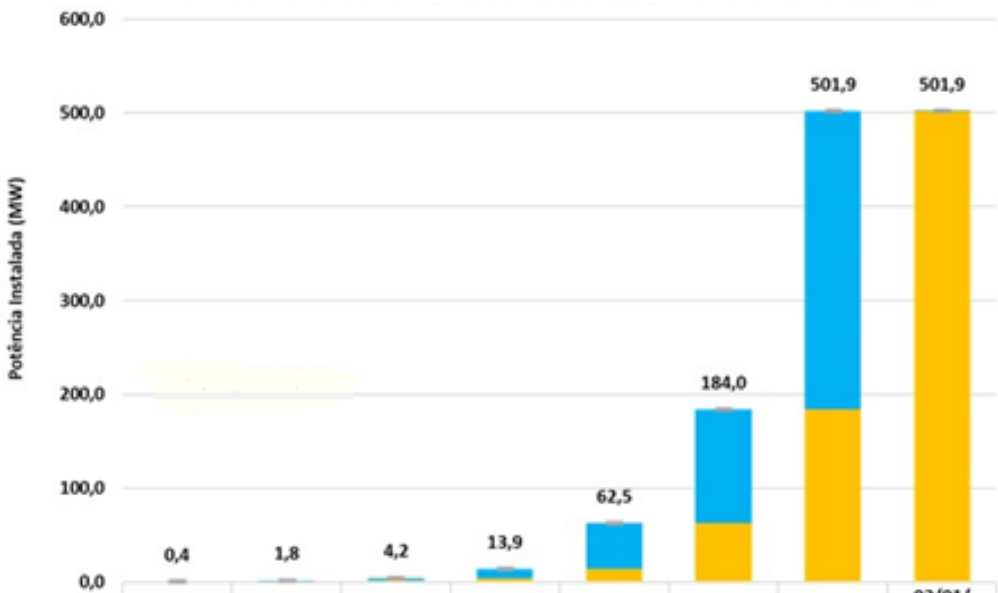
Além disso, com a criação das Bandeiras Tarifárias em 2015, que introduziu tarifas classificadas como verde, amarela e vermelha, de acordo com o nível de produção de energia, o consumidor passou a sentir o impacto direto da oscilação de geração nas hidrelétricas, fonte de energia predominante no país (ANEEL, 2016)

Assim, para se proteger do aumento de preço, os consumidores têm visto na geração distribuída fotovoltaica uma oportunidade de se tornarem imunes às oscilações do preço na conta de energia elétrica e amenizarem os impactos negativos durante a baixa da produção de energia nas hidrelétricas.

Entretanto, apesar da criação das Bandeiras Tarifárias apresentar uma oportunidade de minimizar os impactos tanto da sazonalidade solar, quanto hídrica, a complementaridade entre essas duas fontes de energia também tem seu aspecto negativo, pois, com a produção de energia extra, advinda de um sistema fotovoltaico, a demanda por energia pode não ser suficiente para utilizar a água dos reservatórios, o que acarretaria em um desperdício desse recurso (IPEA, 2018).

A motivação do consumidor em reduzir os gastos com energia, assim como outros fatores já citados, fez com que a geração de energia solar apresentasse um grande crescimento nos últimos anos, como pode ser observado na Figura 8. A potência instalada de geração distribuída solar passou de apenas 0,4 MW em 2012 para o valor total de 501,9 MW em 2019, o que constitui um aumento de mais de mil vezes o valor original.

Figura 8: Potência instalada (MW) de geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil 2012-2019.



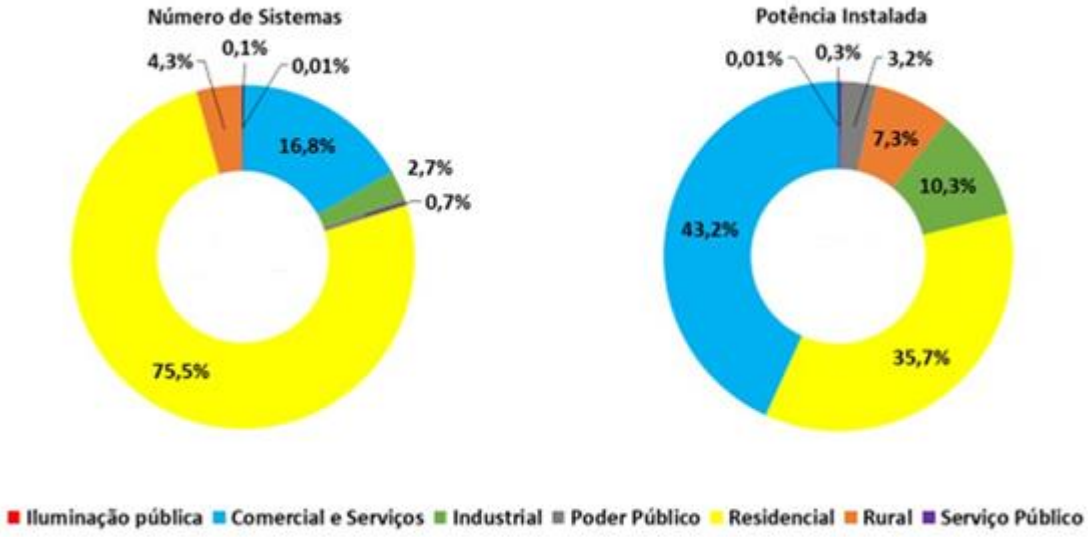
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	03/01/19
Potência Instalada no Ano (MW)	0,4	1,4	2,4	9,7	48,6	121,5	317,9	0,02
Potência Instalada Acumulada (MW)	0,0	0,4	1,8	4,2	13,9	62,5	184,0	501,9
Total	0,4	1,8	4,2	13,9	62,5	184,0	501,9	501,9

Fonte: ANEEL (2019).

Em relação a toda geração distribuída de energia do país, a energia solar apresenta a maioria, totalizando 99,6% da conexão de micro e mini geração (ABSOLAR, 2019). Isso se deve ao fato da energia solar poder atender uma grande gama de consumidores diferentes e não necessitar de grandes áreas destinadas a sua produção. Para fazer uso dessa geração, basta um telhado, que geralmente são locais desprovidos de um uso específico.

Ainda na geração distribuída, há em 2019 mais de 81.830 consumidores recebendo créditos de energia elétrica via geração local, autoconsumo remoto, geração condominial e geração compartilhada, e 66.529 de sistemas solares fotovoltaicos conectados à rede. O maior número de consumidores, nesse caso, são os residenciais, que correspondem a 75,5% do total, conforme mostra a Figura 9. Já em potência instalada, quem lidera o uso de energia solar fotovoltaica são os consumidores dos setores de comércio e serviço. Desde 2012, já foram investidos mais de R$ 4 bilhões nesse segmento (ABSOLAR, 2019).

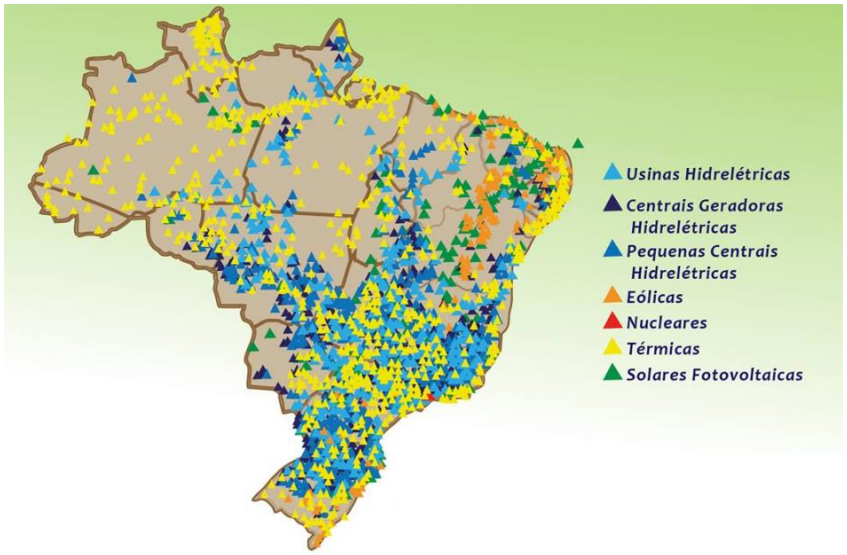
Figura 9: Geração distribuída fotovoltaica no Brasil por classe de consumo



Fonte: ANEEL (2019).

Analisando-se agora a distribuição de usinas de geração de energia elétrica por região na Figura 10 constata-se que a maior concentração de usinas se encontra nas regiões Sudeste e Sul, com os respectivos valores de participação percentual na matriz em 2016 de 31,17% e 29,58%. Tais regiões também apresentam os maiores índices de consumo. No mesmo ano, o Sudeste consumia o valor de 229.970 GWh e o Sul, 82.063 GWh (EPE, 2017).

Figura 10: Distribuição de usinas de geração de energia elétrica por região



Fonte: ANEEL (2017).

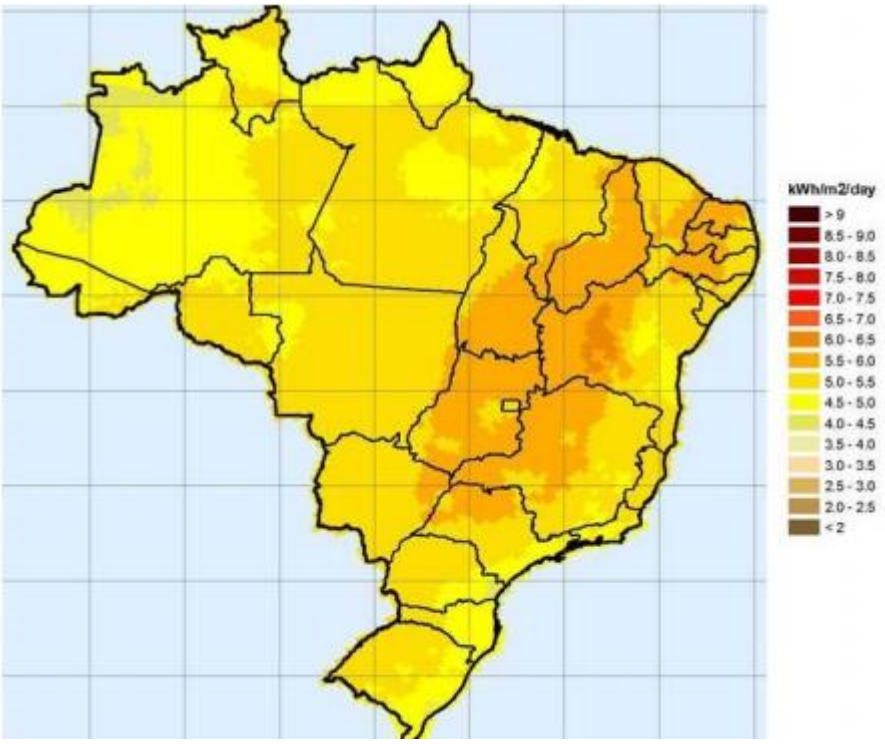
O fato da maioria das usinas solares se encontrarem nas regiões Sudeste e Sul vai de encontro às necessidades do país, visto que nelas se encontram os maiores centros de consumo de energia, devido à grande concentração nessa área de indústrias e centros urbanos.

Sendo assim, a instalação de usinas solares no Sul e Sudeste é de grande benefício para o Brasil, tanto para atender a demanda por energia, quanto para a redução do uso das linhas de transmissão, já que a distância dos grandes centros de consumo é atenuada.

Um dos fatores que mais possuem influência na localização dessas usinas é o índice de irradiação solar, já que o índice varia de acordo com as regiões brasileiras, devido à larga extensão territorial do país, o que prestigia certos estados, em detrimento de outros.

Como pode ser observado na Figura 11**,** os estados que possuem a maior incidência de raios solares são Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Tocantins e Goiás, sendo que a maior se dá ao norte do estado baiano, cujo valor atinge 6,5 kWh/m² (PEREIRA, 2006).

Figura 11: Radiação solar horizontal global anual (kWh/m²/dia)



Fonte: Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA).

Já o estado que apresenta a maior potência instalada é o de Minas Gerais, que, com o valor de 124 MW no ano de 2019, representa 21,7% da produção nacional. Em seguida, se

encontram os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina, com as respectivas potências instaladas de 110,6 MW, 83,8 MW e 49 MW (ANEEL, 2019).

Em relação aos municípios que se destacam com o valor de potência instalada, é possível citar Uberlândia e Várzea de Palma, no estado de Minas Gerais, Brasília, no Distrito Federal, e Rio de Janeiro. (ANEEL, 2019).

3.2.1 INCENTIVOS E SUBSÍDIOS GOVERNAMENTAIS

Apesar de poucos quando comparados a países como Estados Unidos, Japão e China, o Brasil apresenta diversos incentivos à produção de energia solar. Essa discrepância pode ser explicada, entre outros fatores, pelo fato de esses países apresentarem uma matriz elétrica pouco diversa e muito dependente de recursos não renováveis, enquanto o Brasil disfruta de uma grande produção de energia limpa através das hidrelétricas (EPE, 2014).

Além da Resolução Normativa da ANEEL nº 482/2012 já citada, que constituiu o sistema de compensação de créditos de energia elétrica para a geração distribuída, Silva (2015) aponta os seguintes incentivos para o setor solar:

- **Programa Luz para Todos (PLD)**: iniciativa voltada para a instalação de painéis fotovoltaicos em comunidades carentes que não são dotadas de energia elétrica, incluindo o Sistema Isolado, ou seja, áreas não conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN). O programa foi reforçado pela Resolução Normativa nº 488 de 15 de maio de 2012, da ANEEL, que revisou os planos de universalização da energia solar na área rural. Da mesma forma, a Resolução Normativa nº 493, de 5 de junho de 2012, da ANEEL, também se destaca nesse contexto por padronizar os procedimentos e as situações de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI) ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI).

- **Convênio nº 101**, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ): define a dispensa do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre equipamentos que forem utilizados para a geração de energia solar, assim como para a eólica. Entretanto, o convênio não engloba todos os instrumentos voltados para esse fim, como é o caso dos inversores e medidores.

- **Venda direta a consumidores**: através dessa concessão, geradores de energia solar cuja potência injetada não ultrapassa 50.000 kW podem comercializar, sem a intervenção de

distribuidoras, com consumidores que não atendem os requisitos necessários para serem considerados consumidores livres. Além disso, a carga deve ser entre 500 kW e 3.000 kW.

- **Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI)**: isenção da Contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) para situações de venda ou importação de produtos ou serviços destinados a obras de infraestrutura, entre as quais as usinas geradoras de energia solar, voltadas ao ativo imobilizado. A suspensão tem validade de 5 anos contados a partir da habilitação do titular no projeto.

- **Lei da Informática**: estipula a isenção tributária para equipamentos de informática e automação, o que beneficia indiretamente a geração de energia solar pelo fato da lei englobar diversos aparatos utilizados por esse setor.

- **Condições diferenciadas de financiamento**: a partir da iniciativa no Banco de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), hidrelétricas, geração a partir de biomassa, energia eólica, energia solar, pequenas centrais hidrelétricas e outras energias alternativas são privilegiadas com taxa de juros reduzidas em relação ao mercado e prazo de amortização de até 20 anos.

- **Fundo Clima**: programa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) que busca fomentar estudos, projetos e iniciativas que possibilitem a redução dos impactos da mudança de clima através da disponibilização de recursos. Nesse incentivo, destaca-se o edital MMA/FNMC nº1/2014, que busca privilegiar a eficiência energética, desenvolvimento e aplicação de fontes de energia que produzam menos gases de efeito estufa na atmosfera, como a energia solar.

- **Inova Energia**: iniciativa que busca, através de condições de financiamento privilegiadas e subsídios, incentivar a inovação tecnológica voltada para a geração solar ou termossolar. Assim, o programa abrange o desenvolvimento de tecnologias para a produção de silício purificado em grau solar, lâminas (wafers) de silício, células fotovoltaicas de silício, células fotovoltaicas de filmes finos e o incremento de tecnologias e soluções para fabricação de inversores e equipamentos utilizados nos sistemas de geração solar.

- **Descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD)**: consiste na redução de 50% na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD) para sistemas de geração de energia em que a potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição apresenta-se menor ou igual a 30.000 kW.

- **Redução do imposto de renda:** essa vantagem é obtida por projetos de setores prioritários e que estejam localizados nas áreas de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e da Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO). Entre esses setores prioritários, destacam-se as energias renováveis, que recebem a isenção do imposto.

- **Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO):** outra iniciativa do BNDES, a PROESCO fornece condições de financiamento diferenciadas para iniciativas que comprovadamente colaborem para a economia de energia, elevem a eficiência global energética ou propiciem a substituição de combustíveis de origem fóssil por fontes de energia limpa.

Em 2018, o Fundo Clima sofreu uma alteração que beneficiou ainda mais a geração de energia solar: a possibilidade de pessoas físicas também passarem a receber financiamentos para a instalação de sistemas de aquecimento solar e sistemas de cogeração (BNDES, 2018).

O programa tem como alcance 80% dos itens financiáveis, sendo que o valor pode chegar até R$ 30 milhões no período de 12 meses por beneficiário. Já o custo, para pessoas físicas e jurídicas, sofre uma redução de 0,1% ao ano para o caso da renda ser inferior ou igual a R$ 90 milhões nesse período, enquanto a remuneração do BNDES é de 0,9%. Nos casos em que a renda é superior, a remuneração se eleva a 1,4% (BNDES, 2018).

Além disso, segundo a EPE (2014), iniciativas têm sido criadas para fornecer as informações necessárias ao entendimento do consumidor sobre a energia solar e incentivar o crescimento desse setor. Entre elas, destaca-se o Selo Solar, fornecido para empresas que consumirem uma determinada quantidade de energia proveniente da fonte solar ao longo do ano e o Guia de Micro geradores Fotovoltaicos, cujo intuito consiste em esclarecer a população sobre como realizar a instalação de geradores em sua edificação.

Também com o intuito de fornecer informações relevantes ao consumidor, destaca-se a criação do Simulador Solar, que exibe o cálculo do dimensionamento da potência de um sistema de geração solar capaz de atender as necessidades do indivíduo ou organização interessada, e do Mapa de Empresas do Setor Fotovoltaico, que permite visualizar quais são as empresas voltadas para o ramo de energia solar no Brasil. (EPE, 2014)

4. MATRIZ SWOT

A análise de Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats (SWOT), que, no português, significa análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, é uma metodologia de definição estratégica que surgiu em 1960 nos estudos administrativos (FERNANDES et al., 2015).

Trata-se de uma abordagem que analisa o ambiente interno e externo de certo setor ou empresa e como a relação com o meio impacta em sua evolução. Comumente, é utilizado como uma ferramenta de definição do planejamento estratégico das empresas, a fim de definir as diretrizes que possibilitam o melhor aproveitamento das oportunidades e forças e a minimização dos efeitos das ameaças e fraquezas (FERNANDES, 2012).

Um dos objetivos da análise SWOT é estabelecer uma relação entre as forças e fraquezas com as ameaças e oportunidades, de forma a beneficiar a organização. Através de sua construção, a organização deve avaliar quais são os fatores mais agravantes e, assim, definir estratégias que possibilitem a sobrevivência, manutenção, crescimento ou desenvolvimento (GHEMAWAT, 2000).

A análise SWOT tem como princípio a necessidade de se monitorar o micro e o macroambiente de uma empresa. Enquanto as forças e fraquezas se enquadram no microambiente, que pode ser modificado pela organização com maior facilidade, as oportunidades e ameaças fazer parte do macroambiente, no qual é difícil exercer influência (COLAUTO; MECCA; LEZANA, 2007).

De acordo com FERNANDES (2012), a definição das forças tem como base os diferenciais internos do fator em análise. Tratam-se das características controladas pela empresa ou setor que propiciam destaque no mercado, vantagem em relação à competição e capacidade de superar os empecilhos encontrados para a sua expansão.

Assim, uma força apresenta-se como uma circunstância interna, atual ou potencial, que se configura como uma vantagem capaz de auxiliar substancialmente e no longo prazo a performance de uma organização.

Já as fraquezas são os limitantes internos a essa evolução. São os fatores debilitantes que possuem o efeito contrário das forças e que prejudicam o desempenho de uma organização. Como também se tratam de fatores internos, também podem ser controlados e alterados pelo objeto em questão (FERNANDES et al., 2015).

Além dos aspectos internos que devem ser levados em conta na definição de uma estratégia, há também os externos. As oportunidades são os aspectos não controláveis por uma

organização que podem ser utilizados ao seu favor e possibilitar o seu crescimento FERNANDES (2012).

Já as ameaças são as características externas que podem influenciar negativamente o fator em análise e não podem ser controladas. Monitorar as ameaças é fundamental para prevenir-se de seus efeitos, assim como identificar as oportunidades é essencial para tirar proveito das mesmas (FERNANDES et al., 2015).

Apesar de a análise SWOT ser utilizada majoritariamente para o planejamento estratégico de empresas, sua aplicação na análise de cenários para um setor também pode ser grande valia, pois permite aliar as forças às oportunidades para o crescimento do ramo e identificar as ameaças e fraquezas que devem ser neutralizadas.

Um exemplo de construção de matriz Swot em um setor foi realizado por COSTA *et al.* (2014), que abordou o setor farmoquímico no Brasil, através das respostas de um questionário aplicado às empresas do ramo e de visitas técnicas que foram feitas a elas.

A partir dos dados coletados, foram avaliados os fatores internos que trazem vantagens e desvantagens à indústria farmoquímica em comparação com a sua concorrência, assim como os fatores externos que podem ser utilizados a favor ou contra a sua vantagem competitiva.

Essa análise permitiu definir as diretrizes estratégicas e ações que devem ser implementadas para o crescimento do setor, separando-as em ações de dois tipos: “corrigir” e “capitalizar”.

Outro exemplo de aplicação da análise SWOT a um setor foi feito por Colauto, Mecca e Lezana (2007) no setor governamental a partir de um estudo situacional em um município de Minas Gerais, realizado através de discussões com os alunos do curso de Especialização em Gestão Governamental da Universidade Federal de Minas Gerais.

A pesquisa foi realizada utilizando os métodos Brainstorming, no qual um grupo de pessoas se reúne para levantar diversas ideais relacionadas a um tema, e Focus Groups, que consiste na formação de equipes de discussão, para o levantamento de dados que serviram como base para a construção da analise SWOT.

A partir da implementação da ferramenta ao setor governamental, Colauto, Mecca e Lezana (2007) concluíram que a análise SWOT pode ser de grande utilidade para os planejamentos e orçamentos públicos e que permitiu ao setor estabelecer uma relação entre os pontos fortes e fracos com os fatores externos de oportunidades e ameaças.

Além disso, os autores afirmam que, a partir da construção da SWOT, torna-se possível converter as fraquezas em forças e as ameaças em oportunidades, de forma a facilitar

a resolução de problemas e a melhorar o desempenho dos gestores públicos (COLAUTO; MECCA; LEZANA, 2007).

5. MATRIZ SWOT DO SETOR DE ENERGIA SOLAR

5.1 CLASSIFICAÇÃO DO MICRO E DO MACROAMBIENTE

A fim de levantar os insumos necessários à construção da Matriz SWOT, foram identificados os fatores que compõe o macroambiente, e se relacionam com o setor de forma geral, e os elementos que adentram o microambiente, os quais estão relacionados diretamente ao consumidor.

Para começar, uma importante característica do microambiente é a regulamentação firmada pela Resolução Normativa Nº 482/2012, a qual criou o sistema de compensação de créditos, um grande incentivador à geração distribuída solar. Esse marco permitiu que os brasileiros pudessem ser beneficiados com a redução da tarifa de energia elétrica ao instalar um sistema fotovoltaico e se tornarem produtores de energia.

Além disso, essa resolução possibilitou à população, como já foi citado anteriormente, associar-se através da geração compartilhada, a fim de reunir-se e instalar a micro ou minigeração distribuída de forma conjunta e serem beneficiadas com a redução de faturas para ambas as partes.

O microambiente também é caracterizado pelo fato dos componentes de um sistema fotovoltaico apresentarem grande durabilidade, já que tendem a funcionar por no mínimo 30 anos, e necessitarem de pouca manutenção, basicamente nos acumuladores (BRITO;SILVA, 2006).

Da mesma forma, a alta flexibilidade locacional de um sistema de geração de energia solar também é uma característica interna que influi sobre o setor. Como a irradiação solar é elevada em diversos estados brasileiros, há uma grande gama de localidades que podem usufruir dos benefícios da geração distribuída. Aliado a isso, há a possibilidade de instalação em vários tipos de edificações, como residências, indústrias, prédios públicos e usinas geradoras de outras fontes de energia.

Destaca-se também a possibilidade do consumidor adquirir um sistema de geração de energia fotovoltaico através do modelo de leasing, no qual, em vez de arcar com um grande investimento inicial, ele pode pagar mensalmente uma quantia à companhia responsável pela instalação e manutenção dos dispositivos (SILVA, 2015).

Também compõe o microambiente características como a variabilidade natural da geração de energia fotovoltaica durante o período de 24h, já que à noite não há produção, e a sazonalidade na geração, devido à variação da irradiação solar inerente a cada estação do ano.

Além disso, outro fator interno de alta relevância é o elevado preço dos sistemas fotovoltaicos. Apesar do barateamento nos últimos anos, a aquisição desses equipamentos ainda apresenta-se fora do poder aquisitivo de grande parte da população, o que resulta na regressividade da tarifa de energia e decorre de outra questão: a quantidade relativamente pequena de fabricantes de componentes do sistema, que já se relaciona com o macroambiente.

Em relação ao custo de produção de energia solar, segundo o estudo realizado por Garbe, Mello e Tomaselli (2011) e desconsiderando-se o investimento inicial, a fonte solar apresentava, em 2011, o preço mais elevado quando comparado a outras fontes de geração de energia.

Até 2016, o quadro se manteve, sendo que no 7º e no 8º Leilão de Energia de Reserva (LER), a fonte solar foi comercializada, respectivamente, com os valores de R$ 353,61 e R$ 340,73 por MWh, despontando novamente como a mais cara entre as fontes de energia (BEZERRA, 2018).

Entretanto, a partir de 2017 e 2018, os custos associados à geração de energia fotovoltaica tiveram um grande decaimento. Segundo Bezerra (2018), no 25º Leilão de Energia Nova (LEN), que ocorreu em dezembro de 2017, o preço da energia solar caiu para R$ 150,91/MWh. Já no LEN efetuado em 4 de abril de 2018, houve uma queda ainda maior, alcançando o valor de R$ 121,56/MWh. Com isso, o preço da energia solar fotovoltaica se tornou superior somente aos das hidrelétricas e eólicas, estando abaixo aos das PCHs e termelétricas.

Apesar da geração de energia solar ser uma das fontes que menos impactam o meio ambiente de forma negativa, Ribeiro (2002) atenta para alguns riscos que lhe estão associados, como o lançamento de substâncias tóxicas na transformação de insumos para a posterior fabricação dos módulos e componentes periféricos do sistema fotovoltaico, e o contato com o ácido sulfúrico das baterias, que pode originar incêndios, contaminação por ácido e malefícios a saúde humana.

Passando agora para o macroambiente do setor, uma de suas características mais notáveis é o grande potencial de geração de energia através dessa fonte no Brasil, comprovado através do alto nível de irradiação solar, superior à maioria dos países que se apresentam como os maiores produtores do ramo.

Além disso, outra característica marcante do macroambiente é a redução dos impactos ambientais na geração de energia, já que o recurso solar é uma fonte renovável, com baixa emissão de CO^2, possibilita a redução dos gases do efeito estufa e é livre de resíduos e ruídos.

Mais um aspecto, bastante abordado neste trabalho e que compõe o macroambiente, é a existência de diversos programas e legislações de incentivo à energia solar no Brasil. O setor é beneficiado, por exemplo, através da isenção de impostos, como o ICMS aplicado sobre a compra de equipamentos de um sistema fotovoltaico, e do PIS e COFINS para obras de usinas solares.

Além disso, são encontradas condições diferenciadas de financiamentos, a partir do BNDES, que estipula taxas de juros reduzidas em relação ao mercado e prazo de amortização de até 20 anos para financiamentos voltados à substituição do uso de combustíveis fósseis, assim como a disponibilização de recursos para o desenvolvimento de tecnologia no setor por programas como Fundo Clima e Inova Energia.

É possível citar ainda, dentro da análise dos fatores externos, algumas das consequências da geração distribuída sobre o setor elétrico, tais como a redução do uso das linhas de transmissão, o aumento na qualidade do abastecimento, devido à redução das variações na frequência de tensão, o incremento da capacidade instalada, a confiabilidade do suprimento e a capacidade de atender de forma mais rápida variações na demanda.

Dentro do panorama externo do setor, destacam-se também consequências como a diversificação da matriz elétrica, o aumento da segurança no suprimento de energia nacional e o alívio na demanda de energia elétrica em horários de pico de consumo.

Ademais, uma grande vantagem que as empresas procuram ao instalar sistemas de geração de energia através da fonte solar é a melhora da imagem perante o mercado. Empresas como Burger King e Walmart têm investido na criação de “edifícios verdes” com placas fotovoltaicas, otimização de recursos hídricos e diversas tecnologias consideradas sustentáveis (MUSSAL *et al*, 2010).

A partir dessa iniciativa, tais organizações recebem certificações internacionais que comprovam o compromisso com um desenvolvimento sustentável e a redução de impactos negativos sobre o meio ambiente, como a emissão de gás carbônico. Segundo Musall *et al* (2010), essa nova tendência tem sido adotada pelas empresas como forma de gerar vantagem competitiva em relação à concorrência, através de um “marketing verde” e uma consequente melhora da reputação.

A companhia Walmart vem se destacando nesse quesito, desde que firmou como metas, em 2013, fazer com que toda energia consumida por suas lojas tenha como origem fontes renováveis, gerar sete bilhões de KWh de energia renováveis e adotar painéis solares fotovoltaicos em pelo menos mil telhados de suas edificações até 2020 (WALMART, 2013).

Tendo em vista atender as metas firmadas, a empresa passou a cobrar também de seus fornecedores a mesma postura que passou a adotar, certificando-se de que seus parceiros desenvolviam um modelo de produção sustentável e não prejudicial ao meio ambiente assim como ela.

Sendo assim, o exemplo dado pela multinacional Walmart reflete a crescente preocupação das empresas em atender as expectativas de clientes cada vez mais exigentes em relação a políticas sustentáveis, assim como em reduzir gastos e se tornarem mais competitivas no mercado, o que influência diretamente no desenvolvimento de energias renováveis como a solar fotovoltaica.

Além disso, outra circunstância abordada que se enquadra dentro do macroambiente é a previsão do EPE (2014) que o preço de um sistema fotovoltaico será reduzido em 48,70% até 2020 para consumidores residenciais e em 46,3% para o segmento comercial. O barateamento desses equipamentos, se efetivado, terá grande influência sobre o desenvolvimento do setor.

Segundo ABSOLAR (2019), a fonte solar é líder em geração de empregos locais de qualidade e totaliza, anualmente, em um aumento de 25 a 30 pessoas empregadas por cada MW de energia produzido no Brasil. Em âmbito mundial, a Tabela 1 também comprova que a energia fotovoltaica, quanto comparada com às demais, é a fonte que mais gera empregos por TWh no ano, outra característica do macroambiente do setor de alta relevância.

Tabela 1: Geração de trabalho nos diversos setores de energia no mundo em 2007.

Setor	**Trabalho** (trabalhadores-ano/TWh)
Energia Nuclear	75
Gás Natural	250
Energia Hidrelétrica	250
Petróleo	260
Petróleo (offshore)	265
Carvão Mineral	370
Forno à Lenha	733 – 1,067
Energia Eólica	918 – 2.400
Etanol	3.711 – 5.392
Energia Solar Fotovoltaica	29.580 – 107.000

Fonte: Dutra (2007).

Além disso, outra característica do macroambiente bastante relevante ao setor, identificada por Almeida *et al*. (2017), é a grande disponibilidade de recursos no Brasil que

podem ser utilizados como insumos para a fabricação de equipamentos do sistema de geração fotovoltaico e a possibilidade do desdobramento de toda a cadeia produtiva no país.

Apesar desse potencial, o Brasil depende muito da importação de células fotovoltaicas, pois, a despeito de apresentar o maior reservatório de silício do mundo, não o transforma do grau metalúrgico para o grau solar, e posteriormente em células solares como é necessário para a fabricação dos painéis. Também não há a produção de outros elementos que compõe o módulo fotovoltaico, como o vidro, o encapsulante, o backsheet e a caixa de junção (CRUZ, 2015).

Segundo Cruz (2015), essa situação está relacionada à escassez de atividades de pesquisa no país voltadas para o assunto. São poucas as iniciativas de estudo acerca da purificação de silício em grau solar e parceiras com empresas do setor.

A deficiência na cadeia produtiva fotovoltaica brasileira é ainda reforçada pelos baixos preços oferecidos pelos produtores asiáticos, em decorrência da verticalização da cadeia produtiva e aos ganhos de escalas nesses países, e pela isenção tributária na importação de equipamentos de geração de energia solar no Brasil. Por outro lado, há ainda o agravante fato de o país limitar o desenvolvimento de tecnologias através de um sistema burocrático e de uma alta tributação interna (COSTA, 2018).

Ao depender da importação desses componentes, o setor de energia solar brasileiro sofre diretamente as consequências da oscilação do dólar e acaba pagando preços mais altos do que pagaria se apresentasse uma cadeia produtiva consolidada no país.

Outro aspecto que influi sobre o macroambiente é a relação entre a energia solar e a geração por meio de hidrelétricas. Uma possível complementaridade entre elas pode beneficiar ambas as fontes e minimizar os impactos da escassez de chuva que tende a aumentar o preço da energia.

Da mesma forma, a própria preocupação crescente da população em reduzir os impactos ambientais e a emissão dos gases do efeito estufa pode ser um fator externo a influenciar o crescimento do setor, já que a energia solar é uma forma de atender essa nova tendência mundial.

A partir de um estudo realizado pela ANEEL (2018) para estimar a quantidade de consumidores que instalarão a geração própria nos próximos anos, foi calculado o payback do investimento em um sistema de geração de energia fotovoltaico, analisando-se o custo de instalação do sistema, o custo de troca do inversor (depois de 13 anos de uso), o custo de manutenção, o pagamento do custo de disponibilidade e o pagamento da contratação de demanda em sistemas para a compensação remota.

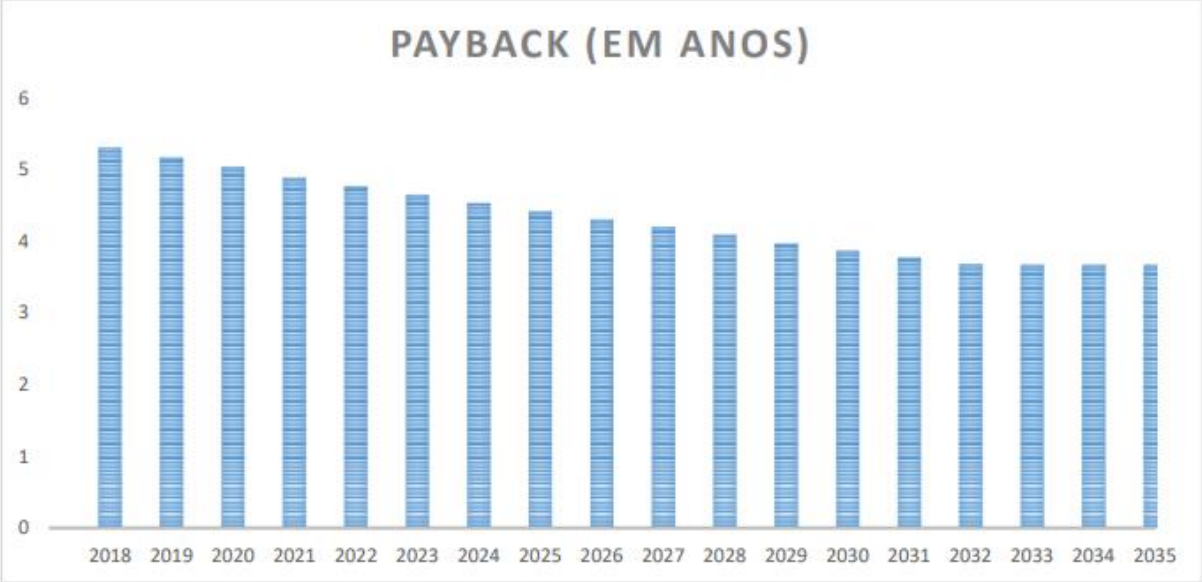
Para a realização do cálculo, foi levado em consideração que o tamanho típico de um sistema solar fotovoltaico de pequeno porte para compensação local seria de 7,5 kWp, enquanto um sistema de médio porte para compensação remota seria de 1000kWp. O custo de instalação considerado para cada um deles foi de R$ 4.150,00 e R$ 5.500,00, respectivamente.

Além disso, foi considerado o custo de troca do inversor, após 13 anos da aquisição do sistema, como 15% do custo de instalação, assim como o custo de degradação dos equipamentos, o qual seria de 1% para a microgeração com compensação local e 2% para a minigeração com compensação remota.

Nesse estudo, a ANEEL usou como base para o levantamento do mercado potencial para a geração local e remota 8.000.000 e 90.000 unidades consumidoras, respectivamente. Aliando esses dados a uma previsão de que o custo da aquisição de um sistema de geração de energia fotovoltaico deve diminuir 2% a cada ano no período analisado (2020 a 2035), o resultado do estudo aponta para um payback de aproximadamente 5 anos.

O resultado do cálculo do estudo acima, quando considerado o modelo vigente de compensação de créditos (alternativa 0), pode ser observado na figura 12, que conta também com a perspectiva de evolução do payback para os próximos anos.

Figura 12: Evolução do payback para o cenário vigente de 2018 a 2035.



Fonte: ANEEL (2018).

Com isso, identifica-se outro elemento que caracteriza o macroambiente do setor: a redução do payback. Sendo este um fator que pode influenciar mais pessoas a investirem na geração distribuída fotovoltaica.

Por outro lado, a revisão prevista da Resolução Normativa nº 482/2012 também trará consequências diretas para a geração distribuída no Brasil. Como explicado previamente, mudanças devem ocorrer no sistema de compensação de créditos. Assim, a quantidade de créditos obtidos pelo consumidor por uma determinada quantidade de energia produzida será reduzida em relação ao que obtém no modelo atual.

Desse modo, a revisão terá impacto direto sobre o abatimento de créditos na tarifa do produtor e em seus gastos com energia elétrica, visto que a economia que usufruía antes será reduzida. A mudança também pode impactar diretamente no valor do payback do investidor, fazendo que com que o seu valor aumente (ANEEL, 2018).

Além disso, outra característica externa que interfere no setor é a matriz elétrica brasileira já apresentar um grande percentual de energia renovável, que já atende parte da preocupação com a redução dos impactos ambientes de fontes não renováveis e faz com que existam menos programas de incentivo nesse setor do que em outros países que não desfrutam da mesma condição, como a China e o Japão (EPE, 2014).

5.2 CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DA MATRIZ SWOT

Com os fatores que compõe o micro e o macroambiente do setor, foi possível classifica-los em forças, fraquezas, ameaças e oportunidades, de acordo com o tipo de impacto que possuem. A classificação apresentada na Matriz SWOT da tabela 2 desponta como uma configuração do panorama da geração distribuída no Brasil e deve servir de insumo para a definição de diretrizes estratégicas e ações favoráveis ao crescimento do setor.

Como já citado anteriormente, o monitoramento do micro e do macroambiente são essenciais para identificar meios de potencializar as forças e fraquezas, e estabelecer ações que possam minimizar ou neutralizar as fraquezas e ameaças do ramo.

Tabela 2: Matriz SWOT do setor de energia fotovoltaico brasileiro.

Forças	**Fraquezas**
➢ Energia renovável, limpa, sem resíduos e sem ruído; ➢ Baixa emissão de CO^2; ➢ Redução de gastos com energia elétrica a partir do sistema de compensação de créditos; ➢ Possibilidade de associação com outros produtores (geração compartilhada) e abatimento de créditos para ambas as partes; ➢ Alta durabilidade dos componentes de um sistema fotovoltaico; ➢ Alta flexibilidade locacional da instalação, devido às condições naturais favoráveis de vários estados brasileiros; e ➢ Possibilidade de aquisição do sistema fotovoltaico através do modelo de leasing, que faz com que o consumidor não tenha que arcar com um alto investimento inicial.	➢ Influência da sazonalidade sobre a geração, devido à variação inerente às estações do ano; ➢ Intermitência da fonte, já que não há produção à noite; ➢ Alto custo das placas fotovoltaicas e de instalação do sistema; ➢ Regressividade na tarifa de energia, devido ao fato do investimento em um sistema de geração de energia fotovoltaica ser acessível a apenas uma pequena parcela da população brasileira; ➢ Elevado custo de geração em relação a outras fontes de energia; ➢ Emissão de produtos tóxicos na transformação da matéria prima em módulos e outros componentes; e ➢ Riscos associados aos materiais tóxicos utilizados nas baterias, como o ácido sulfúrico.
Oportunidades	**Ameaças**
➢ Crescente consciência socioambiental da população; ➢ Diversificação das fontes de energia na matriz elétrica brasileira e maior segurança no suprimento; ➢ Complementaridade com as hidrelétricas; ➢ Alto nível de irradiação solar; ➢ Marketing verde e a obtenção de certificações de compromisso com um futuro mais sustentável por parte das empresas; ➢ Geração de emprego e renda; ➢ Tendência de barateamento das placas fotovoltaicas; ➢ Isenção de impostos, condições diferenciadas de financiamentos e disponibilização de recursos para o desenvolvimento do setor; ➢ Tendência de redução no payback, segundo estudo da ANEEL (2018); ➢ Programas e incentivos governamentais ao desenvolvimento de tecnologia para o setor; ➢ Existência de grande quantidade de matéria prima para a produção de componentes de um sistema fotovoltaico e potencial de desenvolvimento de toda a cadeia produtiva no Brasil; ➢ Desenvolvimento da indústria nacional com o desdobramento da cadeia produtiva; ➢ Alívio da demanda por energia elétrica em horários de pico de consumo; ➢ Redução do uso das linhas de transmissão; ➢ Qualidade superior de abastecimento, devido à redução de variações na frequência da tensão; ➢ Aumento da capacidade instalada; e ➢ Capacidade de atender de forma mais rápida a uma variação de demanda.	➢ Possível redução dos benefícios da geração distribuída com a aprovação da Revisão da Resolução Normativa nº 482/2012; ➢ Pressão em investir em fontes de energia renováveis apresentar-se baixa em relação a outros países, devido ao fato do Brasil já contar com um grande percentual de sua matriz elétrica proveniente de hidrelétricas; ➢ Competição com outras fontes de energia renováveis que apresentam menor custo; ➢ Discrepância entre o preço da energia fotovoltaica produzida e da consumida da concessionária; ➢ Poucos fabricantes de componentes do sistema fotovoltaico; ➢ Dependência de importação de certos componentes; e ➢ Estudo sobre o desenvolvimento de tecnologias para o setor pouco consolidado no país.

Fonte: elaborada pela autora.

Com isso, é possível observar uma grande quantidade de oportunidades para o setor, assim como forças que devem ser exploradas e potencializadas para que a geração distribuída possa crescer no país. Da mesma forma, é necessário minimizar ou neutralizar as ameaças e fraquezas identificadas.

O sistema de compensação de créditos é uma força de grande importância ao setor, pois beneficia diretamente o consumidor através da redução dos gastos com energia e atua como um dos motivos mais comuns pelos quais o brasileiro decide investir em um sistema de geração.

Da mesma forma, a geração compartilhada também atua como um fator favorável ao produtor, pois torna mais fácil arcar com o investimento inicial, visto que ele pode dividir os custos com outro produtor e desfrutar dos benefícios do abatimento de créditos de forma conjunta.

Assim, é notável a importância de minimizar a ameaça relativa à revisão da Resolução Normativa nº 482/2012, que assegura tais incentivos. A análise do impacto regulatório lançada pela ANEEL (2018) propõe seis alternativas de acordo com a quantidade de componentes que serão mantidos no abatimento de créditos e, segundo a ANEEL, foram levantadas através de um estudo que busca beneficiar tanto os produtores de micro e minigeração de energia, como os outros usuários da rede de distribuição.

Entretanto, segundo a ABSOLAR (2019), o estudo não levou em conta os benefícios da geração distribuída fotovoltaica de difícil quantificação, como a formação de cargos de trabalho de qualidade, o desenvolvimento econômico do país, a diminuição de consequências negativas sobre o meio ambiente e a saúde dos brasileiros, além do emponderamento do consumidor. Dessa forma, seria importante que tais efeitos fossem considerados nas mudanças previstas, a fim de assegurar os benefícios da Resolução Normativa nº 482/2012.

A redução de custos com energia pode ser também um grande diferencial competitivo para empresas que buscam destaque no mercado, já que, ao diminuir esse gasto, torna-se possível obter uma diferenciação por custo e estabelecer preços mais atrativos para seus produtos. Da mesma forma, a oportunidade de explorar o “marketing verde” e adquirir certificações que comprovam a preocupação com uma produção sustentável também deve motivar mais companhias a investirem na geração distribuída.

A alta flexibilidade locacional de instalação de um sistema fotovoltaico é outro fator que beneficia o consumidor, já que atende diversas regiões, tipos de edificações, comunidades carentes e, até mesmo, áreas desprovidas de abastecimento de energia.

Apesar de o investimento inicial ser alto e atuar como uma fraqueza do setor, há fatores no micro e do macroambiente que podem diminuir os impactos desse agravante, como o modelo de leasing, as condições diferenciadas de financiamentos e a isenção de impostos sobre os equipamentos.

Entretanto, para potencializar a oportunidade por trás de condições de financiamento diferenciadas, é fundamental que a informação das possibilidades existentes chegue ao consumidor, já que muitos brasileiros não têm conhecimento sobre elas.

Para ajudar nessa questão, a ABSOLAR (2019) mapeou 70 produtos de crédito tanto para pessoas físicas, quanto jurídicas provenientes de 26 instituições financeiras diferentes que podem ser verificadas em seu site. Iniciativas como essa são muito importantes para o emponderamento do consumidor e devem ser potencializadas.

Da mesma forma, a alta durabilidade dos componentes de um sistema fotovoltaico e os baixos gastos com manutenção também podem ser fatores positivos a neutralizar o alto custo de aquisição, já que garantem ao consumidor que ele não terá que arcar com reparos ou novas aquisições no curto prazo.

Além disso, a tendência de barateamento dos equipamentos e a redução do payback do investimento também devem atuar de forma a contornar a barreira do investimento e auxiliar no desenvolvimento do setor, pois o sistema de geração de energia se tornará acessível a uma parcela maior da população e a economia com gastos de energia será alcançada de forma mais rápida.

Por outro lado, os efeitos negativos da sazonalidade da geração de energia, que é resultado da variação da irradiação solar entre as estações no ano, devem ser mitigados. No inverno, por exemplo, a produção através dessa fonte tende a cair e os custos unitários de energia se tornam mais altos.

Contudo, IPEA (2018) aponta como oportunidade de minimização do efeito dessa fraqueza o regime de bandeiras tarifárias, dado que, com ele, é possível se antecipar de um possível acréscimo da tarifa em períodos de baixa geração de energia.

Semelhantemente, a intermitência da produção devido ao ciclo noite/dia também se apresenta como uma fraqueza do setor, pois além do consumidor não obter energia no período noturno, a produção alcança o seu máximo por volta de 12h e passa a reduzir desde então. Tal variabilidade pode gerar instabilidade na rede elétrica, o que pode ser parcialmente resolvido com o armazenamento por baterias. Porém, a aquisição desse componente eleva ainda mais o valor do investimento.

Em contrapartida, o alívio da demanda por energia em horários de pico de consumo proporcionado pela geração de energia solar beneficiará a rede elétrica, trazendo uma maior garantia de abastecimento do setor elétrico, o que favorece o crescimento do setor. Da mesma forma, os efeitos dessa variabilidade também são minimizados pelo fato do horário de produção de energia através da fonte solar coincidir com o horário de funcionamento de indústrias e do comércio.

Em relação ao custo de produção apresentar-se superior a outras fontes, ressaltado nas fraquezas da Matriz SWOT, a energia solar apresenta a grande vantagem de configurar uma fonte de energia renovável, limpa, sem resíduos e ruídos, e com uma das menores taxas de emissão de CO^2. Além disso, a tendência é que o preço apresente quedas ainda maiores com o barateamento dos equipamentos do sistema fotovoltaica.

Tais características benéficas também podem atuar de forma a minimizar a ameaça identificada no grande percentual de energia renovável na matriz elétrica brasileira já atender parte da preocupação em reduzir os gases do efeito estufa e o setor público não sofrer tanta pressão para investir na expansão de energias limpas, como outros países que investiram maciçamente na geração fotovoltaica sentiram. Pois, apesar do Brasil desfrutar de uma grande produção por hidrelétricas, que é também uma fonte de energia renovável, a fonte solar não compromete a qualidade de recursos hídricos, não traz malefícios em sua etapa de construção como a destruição da vegetação e o aumento da erosão do solo, e não obstrui o curso da água com barragens e reservatórios, como a energia hídrica demanda (SILVA; SHAYANI; OLIVEIRA, 2018).

Além disso, ao contrário da instalação de hidrelétricas, que podem prejudicar comunidades indígenas e degradar patrimônios sociais e culturais, o sistema de geração de energia solar não possui grandes impactos socioeconômicos na região em que é inserido.

Pelo contrário, a energia solar é líder em geração de empregos de qualidade e possibilita um grande desenvolvimento regional e nacional, assim como a eletrificação de localidades isoladas e desprovidas de energia, oportunidades que devem atuar como importantes atrativos para investimentos públicos no setor.

Da mesma forma, como consequências positivas que motivam a expansão da energia solar, a diversificação da matriz elétrica e o aumento da segurança no suprimento de energia, também foram identificadas na matriz SWOT como oportunidades do setor, pois são de significativo benefício ao país.

Outro ponto que recebeu classificação semelhante foi a complementaridade com as hidrelétricas, pois, apesar da associação entre essas fontes poder acarretar em um desperdício

do recurso hídrico quando a demanda não for suficiente para consumir toda água do reservatório, o benefício para o consumidor, que não tem que arcar com tarifas mais caras em períodos de seca, atua como uma grande oportunidade para o setor.

Além disso, a relação pode ser usada para minimizar a intermitência de geração distribuída fotovoltaica, já que, ao instalar placas fotovoltaicas em usinas hidrelétricas, a produção de energia se torna menos sujeita às variações no nível de irradiação solar e aos impactos da estiagem.

A crescente conscientização socioambiental da população também é uma importante aliada do crescimento do setor e, portanto, uma oportunidade, já que pode motivar mais pessoas a investirem na instalação de placas solares motivadas pela redução de gases do efeito estufa e do desmatamento.

Para potencializar essa oportunidade e aumentar a conscientização da população, é necessário investir na educação e no desenvolvimento da cidadania do indivíduo desde cedo, garantindo que as escolas tenham ações voltadas para esse propósito e que campanhas sejam realizadas com o objetivo de propagar informações sobre os benefícios do setor e as mudanças climáticas que vêm ocorrendo no mundo.

Já a divergência entre o preço da energia produzida e da consumida originada pela concessionária constitui uma ameaça ao setor, pois a possibilidade de injetar energia no sistema em um período de baixa demanda e utilizar os créditos obtidos por essa energia em um horário de pico de consumo pode resultar em um desequilíbrio tarifário.

Contudo, o próprio IPEA (2018), que identifica tal ameaça, propõe uma forma de neutralizá-la: fixar a tarifa branca para os sistemas de geração distribuída, ou seja, estabelecer tarifas mais baixas do que a convencional para períodos que não apresentam pico e mais altas para aqueles que apresentam, assim como para períodos de transição.

Além disso, também foi identificada como ameaça na matriz SWOT a existência de poucos fabricantes dos equipamentos de um sistema fotovoltaico, pois, ao resultar em preços mais elevados no mercado e altos custos de instalação, o fator atua como empecilho ao crescimento do setor. Assim, é necessário ampliar os incentivos da fabricação nacional, reduzindo impostos e criando condições favoráveis à sua expansão.

Da mesma forma, é fundamental investir no desenvolvimento de toda a cadeia produtiva de um sistema fotovoltaico, de forma a aproveitar a oportunidade de o Brasil apresentar uma grande quantidade de insumos necessários à fabricação dos componentes e iniciativas como o programa Inova Energia, que fornece condições de financiamento diferenciadas para o desenvolvimento de tecnologias voltadas à transformação de silício

purificado em grau solar e à produção dos demais componentes do sistema. Parcerias entre empresas e universidades também possuem papel estratégico nesse objetivo e devem ser fomentadas para que mais estudos sejam desenvolvidos na área.

Investir na verticalização da cadeia produtiva de um sistema fotovoltaico é de suma importância para a redução dos preços dos equipamentos e, consequentemente, da popularização desse tipo de mercadoria. Além disso, é uma forma de minimizar consequências negativas como o aumento do dólar e a dependência de importações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado acerca da geração distribuída fotovoltaica no Brasil, é possível observar uma grande perspectiva de evolução para o setor, devido às diversas forças e oportunidades citadas e enquadradas na matriz SWOT elaborada.

Devido à crescente preocupação mundial em minimizar os impactos ambientais inerentes à geração de energia, a fonte solar vem ganhando destaque como uma alternativa renovável que diminui os gases do efeito estufa, não libera resíduos e não utiliza água, aliviando, assim, a pressão sobre recursos hídricos escassos.

Da mesma forma, o custo de geração que vem reduzindo em relação às outras fontes de geração de energia também desponta como um importante pretexto para se investir em um sistema fotovoltaico, assim como a possibilidade do consumidor reduzir os gastos com energia elétrica através da produção própria, que vem sendo um dos motivos determinantes para novos ingressantes no setor.

Além disso, fatores naturais como o alto nível de irradiação solar brasileiro e a abundância de insumos para a fabricação de componentes de um sistema fotovoltaico, como o silício, que colabora para a verticalização da cadeia produtiva no país, também podem ser apontados como características que, sendo aproveitadas, colaborarão de forma significativa para a expansão do setor.

Apesar de existirem diversos incentivos à geração distribuída solar no Brasil, como condições de financiamento diferenciadas, isenção de impostos, leis e programas que buscam desenvolver tecnologias voltadas para o seu desenvolvimento, esses incentivos apresentam-se aquém do necessário e do observado em outros países que têm se destacado pela geração de energia fotovoltaica.

O investimento no desenvolvimento de tecnologias para o setor é fundamental para o barateamento das placas solares, já que o alto custo de aquisição apresenta-se como um dos maiores entraves para a expansão da geração distribuída atualmente.

Além disso, a expansão do setor está diretamente ligada ao panorama econômico do país. Em períodos de recessão, o investimento em sistemas de geração própria tende a cair, o que também deve ser levado em consideração na análise da perspectiva futura para o setor.

Ademais, a revisão da Resolução Normativa nº482/2012 da ANEEL também apresenta-se como uma das mais relevantes ameaças para o setor, visto que, caso efetivada, reduzirá parte dos incentivos que tem levado a população a investir na geração solar e redefinirá o futuro da geração distribuída no Brasil.

Em relação aos objetivos propostos inicialmente, conclui-se que foi possível estabelecer uma visão geral sobre o setor tanto no Brasil, quanto em outros países que vêm se destacando no ranking de produção mundial, discorrer sobre os benefícios que podem ser obtidos com a geração distribuída, os impactos que podem ser observados com a mudança na regulamentação do setor e os incentivos existentes para a sua expansão no país.

Além disso, a análise SWOT, que permitiu a construção de um panorama atual do setor e identificação dos principais fatores de influência positiva e negativa sobre ele, deve servir como fonte de informação sobre o assunto e ponto de partida para a deliberação de diretrizes estratégicas e planos para o crescimento da geração distribuída fotovoltaica no Brasil.

A geração distribuída solar, se bem aproveitada, contribuirá para o desenvolvimento econômico do país, atraindo investimentos estrangeiros, e gerando vantagem competitiva para as empresas através da redução de gastos e melhora da imagem perante o mercado. Também será de grande proveito à população, de forma geral, pelo aumento do número de empregos, ascendência de renda e melhora das condições de vida e saúde dos brasileiros.

Para a elaboração de futuros trabalhos, sugere-se que seja feito um estudo sobre a influência de variáveis econômicas, como Produto Interno Bruto (PIB), taxa de juros, nível de renda da população e taxa cambial, sobre o crescimento do setor de energia solar no país.

7. REFERÊNCIAS

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Infográfico Absolar**. São Paulo: 2019. Disponível em <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html>. Acesso em 14 de abril de 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **O panorama da energia solar no resto do mundo**. [*S. l.*], 25 jun. 2018. Disponível em: <http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/veiculos-eletricos-e-energia-solar-podem-caminhar-juntos.html>. Acesso em: 11 maio 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Perspectivas para a geração centralizada solar fotovoltaica no Brasil**. [*S. l.*], 20 abr. 2019. Disponível em: <http://absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/perspectivas-para-a-geracao-centralizada-solar-fotovoltaica-no-brasil.html>. Acesso em: 11 maio 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Revisão da REN 482/2012: proposta da ANEEL precisa melhorar**. [*S. l.*], 4 abr. 2019. Disponível em: <http://absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/revisao-da-ren-4822012-proposta-da-aneel-precisa-melhorar.html>. Acesso em: 19 maio 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Por que querem impedir o crescimento da energia solar fotovoltaica**. [*S. l.*], 9 nov. 2018. Disponível em: <http://absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/por-que-querem-impedir-o-crescimento-da-energia-solar-fotovoltaica.html>. Acesso em: 19 maio 2019.

ACKERMANN, T.; ANDERSSON, G.; SÖDER, L. **Distributed generation: a definition. Electric Power Systems Research**, v. 57, n. 3, p. 195–204, 20 abr. 2001.

ALENCAR, C. A.; STEDILE, R.; JUNIOR, J. U. **Estudo da complementaridade da geração de energia entre as fontes solar e hidráulica**. *In*: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2018, Gramado.

ALMEIDA, T. C. *et al*. **Análise da viabilidade da instalação de sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica no nordeste brasileiro com o uso da metodologia PMBOK**. Joinville, SC, 10 de outubro de 2017.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração Distribuída. Brasília: ANEEL, 2018**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida/> Acesso em 14 de abril de 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 482, 2012**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em 9 de maio de 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 687, 2015**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em 9 de maio de 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 687, 2015**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em 9 de junho de 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Bandeiras Tarifárias**. [*S. l.*], 24 fev. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/bandeira-tarifaria/654800?inheritRedirect=false.> Acesso em: 3 jun. 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Gerando evolução e diversidade**. 25 jan. 2017. Infográfico. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/15142444/Fontes+de+Energia+no+Brasil/> Acesso em: 3 maio 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Matriz de energia elétrica brasileira**. [*S. l.*], 2019. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>. Acesso em: 11 maio 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012**. Brasília, 6 dez. 2018. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/18485189/6+Modelo+de+AIR+-+SRD+-+Gera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida.pdf/769daa1c-51af-65e8-e4cf-24eba4f965c1>. Acesso em: 16 maio 2019.

BARBOSA, W. P.; AZEVEDO, A. C. **Geração distribuída: vantagens e desvantagens**. [*S. l.*], 2014. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2014/artigo_gd.pdf>. Acesso em: 16 maio 2019.

BENEDITO, R. **Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório.** São Paulo, 2009.

BEZERRA, F. **Energia Solar Fotovoltaica**. Dezembro de 2018. Disponível em < https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4296541/57_solar1.pdf/0c71ca87-db56-278c-2817-6ced55af4fa2>. Acesso em 13 de novembro de 2019.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **BNDES muda regra e pessoas físicas podem investir em energia solar**. [*S. l.*], 5 jun. 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-muda-regra-e-pessoas-fisicas-podem-investir-em-energia-solar.> Acesso em: 19 maio 2019.

BRITO, M. C.; SILVA, J. A. **Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade**. Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2006.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

COLAUTO, R. D.; MECCA, M. S.; LEZANA, A. G. **Gestão Governamental: Análise SWOT em Estudo Situacional de um Município de Minas Gerais**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2007.

COSTA, J. C. *et al*. **Avaliação do setor produtivo farmoquímico no Brasil: capacitação tecnológica e produtiva**. 2014.

COSTA, L. H. **A cadeia produtiva fotovoltaica no Brasil: um diagnóstico a partir da abordagem de sistema de inovação**. Florianópolis, 2018.

CRUZ, D. T. **Micro e Minigeração solar e eólica no Brasil: propostas para o desenvolvimento do setor**. São Paulo, 2015.

DIENSTMANN, G. **Energia Solar: uma comparação de tecnologias.** Porto Alegre, 2009.

DUTRA, R. M.; TOLMASQUIM, M. T. **Estudo de viabilidade econômica para projetos eólicos com base no novo contexto do setor elétrico**. Revista Brasileira de Energia, 2002.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário de Estatística de Energia Elétrica 2017**. [*S. l.*], 2017. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>. Acesso em: 3 maio 2019.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília, Dezembro 2015. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-45/topico-79/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>. Acesso em: 11 maio 2019.

ESPOSITO, A. S.; FUCHS, P. G. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. Revista do BNDES, v. 40, dez/2013, pp. 85-114. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev4003.pdf>. Acesso em 7 de abril de 2014.

FERNANDES, D. R. **Uma visão sobre a análise da Matriz SWOT como ferramenta para elaboração da estratégia**. Revista de Ciências Jurídicas, v. 13, n. 2, 2015.

FERNANDES, I. G. *et al*. **Planejamento estratégico: análise SWOT**. Revista Conexão Eletrônica das Faculdades Integradas de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, v. 8, n. 01, 2015.

GARBE, E. A.; MELLO, R.; TOMASELLI, I. **Projeto conceitual e análise de viabilidade econômica de unidade de geração de energia elétrica eólica na Lagoa dos Patos – RS**. Economia & Energia, 2011.

GHEHAWAT, P. **A estratégia: e o cenário dos negócios**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

IEA, International Energy Agency. **Snapshot of global photovoltaic markets**. Mary Brunisholz, IEA PVPS, 2016.

IEI, International Energy Initiative. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: um panorama da atual legislação.** Campinas, SP. 2009.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Rio de Janeiro, RJ., maio 2018. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2388.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2019.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; AZEREDO, M. F. **Complementaridade entre a energia solar e energia hidroelétrica**. [*S. l.*], 2018. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Edicao%20146_Renovaveis%20-%20fasc%C3%ADculo.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2019.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Edital MMA/FNMC Nº 01/2014.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivos/apoio_a_projetos/fundo_clima/editais_chamadas_audiencias_publicas/edital_1_2014_energia_versao_final.pdf Acesso em: 21 mai. 2015.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Fundo Clima financia projetos nas áreas de energia e ecossistemas**. [*S. l.*], 14 fev. 2014. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/informma/item/9942-fundo-clima-financia-projetos-nas-%C3%A1reas-de-energia-e-e>. Acesso em: 11 maio 2019.

MME, Ministério de Minas e Energia. **Energia solar no Brasil e no mundo**. [*S. l.*], 16 out. 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>. Acesso em: 11 maio 2019.

MUSALL, E. *et al*. **Net Zero energy solar buildings: an overview and analysis on worldwide building projects**. In: EuroSun conference. 2010. p. 7-8.

NASCIMENTO, R. L. **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas**. Brasília, 2017.

OLADE, Organización Latino Americana de Energía. **Curso de la Generación Distribuida**. SABA System., 2011. Disponível em: <http://www.olade.org/elearning>. Acesso em 15 out 2011.

OLIVEIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. H.; GOMES, R. O. **Energia solar: um passo para o crescimento**. Marília, SP, outubro 2017.

PEDRO, A. E.. **Perspectivas da geração distribuída no Brasil**. Rio de Janeiro, Julho 2018.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE. 2006. Disponível em: <http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf>. Acesso em 14 de maio de 2019.

RIBEIRO, C. **Eletrificação rural com sistemas fotovoltaicos distribuídos no contexto da universalização do serviço de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro, Abril de 2002.

RODRIGUES, F. F.; BORGES, C. L.; FALCÃO, D. M. **Programação da contratação de energia considerando geração distribuída e incertezas na previsão de demanda**. Rio de Janeiro - RJ, Setembro 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-17592007000300008&script=sci_arttext.>Acesso em: 3 jun. 2019.

SILVA, L. R..; SHAYANI, R.; OLIVEIRA, M. A. **Análise comparativa das fontes de energia solar fotovoltaica, hidrelétrica e termelétrica, com levantamento de custos ambientais, aplicados ao distrito federal**. Brasília, 2018.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. 2015. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/507212/TD166-RutellyMSilva.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 mai. 2015.

VILLALVA, M. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações**. [*S. l.*]: Érica, 2015.

WALMART. **Walmart's Approach to Renewable Energy. 2013**. Disponível em: <https://cdn.corporate.walmart.com/eb/80/4c32210b44ccbae634ddedd18a27/walmarts-approach-to-renewable-energy.pdf>. Acesso em 05 nov. de 2019.

ANEXO E – 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, 26 de novembro de 2019.

LARISSA ARAÚJO NUNES	201549006
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Larissa A. Nunes	13173364619
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 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.