

# O CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTVOLTAICA NO BRASIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## THE GROWTH OF DISTRIBUTED PHOTOVOLTAIC GENERATION IN BRAZIL: A LITERATURE REVIEW

André Campos Rodrigues<sup>1\*</sup>, Arthur Neves Serra<sup>2</sup>, Johnathan Gonçalves Krepke<sup>3</sup>, José Guilherme Rodrigues Porto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdades Integradas de Cataguases, Cataguases, MG, Brasil, andre.rodrigues@alunos.unis.edu.br

\*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdades Integradas de Cataguases, Cataguases, MG, Brasil, arthur.serra@alunos.unis.edu.br

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdades Integradas de Cataguases, Cataguases, MG, Brasil, johnathan.krepke@alunos.unis.edu.br

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdades Integradas de Cataguases, Cataguases, MG, Brasil, jose.porto@alunos.unis.edu.br

### Resumo

O desenvolvimento da geração de energia através de sistemas locais vem em constante evolução ao longo dos anos, superando as expectativas e projeções de instituições relacionadas ao setor de energia elétrica. Esta evolução pode ser relacionada aos grandes benefícios nos quais o consumidor que se torna também gerador, passa a ter ao utilizar este sistema de geração. Além disto, a transição energética que o país precisará passar em um futuro próximo, ocasionada pela matriz energética brasileira ser, em sua maior parte, destinada a fontes de geração que possuem problemas sérios relacionados ao meio ambiente, proporciona grandes incentivos a este segmento, pois novas tecnologias são aplicadas ao segmento de geração utilizando fontes sustentáveis e um novo mercado é expandido ao longo dos anos. Através da revisão bibliográfica obtida com pesquisas em artigos, estudos e publicações de grandes portais e agências do setor de energia elétrica do Brasil, o presente estudo pôde avaliar e compreender o constante e exponencial crescimento da geração distribuída fotovoltaica no Brasil, avaliando as promissoras projeções do futuro deste setor de geração de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Geração Distribuída; Energia Fotovoltaica; Energia Solar.

### Abstract

*The development of power generation through local systems has been constantly evolving over the years, exceeding expectations and projections of conditions related to the electricity sector. This evolution can be useful for great benefits in which the consumer who also becomes a generator, starts using this generation system. In addition, the energy transition that the country is going through in the next future, caused by the Brazilian energy matrix, for the most part, aimed at generation sources that have serious problems related to the environment, provides great incentives for this segment, as new technologies are applied to the generation segment that uses sustainable sources and a new market is expanded over the years. Through the literature review obtained with research in articles, studies and publications of major portals and agencies in the electric energy sector in Brazil, the present study was able to evaluate and understand the constant and exponential growth of distributed photovoltaic generation in Brazil, evaluating the promising projections of the future of this electricity generation sector.*

**Keywords:** Distributed Generation; Photovoltaic Energy, Solar Energy

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de energia elétrica no Brasil atualmente é originada em sua maior parte de fontes renováveis, correspondendo a 83% da matriz elétrica Brasileira (GOVERNO DO BRASIL, 2020). Embora este percentual represente fontes de recursos não esgotáveis de produção de energia, é importante que consideremos que deste percentual 62,3% são originados de recursos hídricos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020), os quais apesar de serem renováveis trazem grandes impactos ao meio ambiente, como a destruição da vegetação onde são implantadas as usinas, o assoreamento do leito dos rios e extinção de espécies da fauna presente na região (NASCIMENTO, 2015), além de impactos sociais associados a população residente em torno da usina como realocação de famílias e muitas vezes inundação de cidades inteiras (KOIFMAN, 2001).

Diante de grandes problemas enfrentados na produção de energia utilizando recursos hídricos, surge a necessidade da busca de novas fontes de energia elétrica visando a minimização dos impactos ambientais e sociais por ela causadas, além da diminuição da dependência das hidrelétricas na produção de energia (FALCÃO, 2015). Transicionar a matriz energética brasileira permite que novas fontes de energia limpas e acessíveis sejam implantadas e que o uso de fontes poluentes seja reduzido (FONTES, 2019). O aumento da utilização de novas tecnologias para geração de energia, por sua vez, provoca uma constante queda nos preços de produção de equipamentos (FONTES, 2019).

A energia solar vem ganhando cada vez mais força na matriz elétrica brasileira. Além de possuir mais vantagens que outras fontes tradicionais de energia elétrica, como carvão e gás, a redução dos custos de implantação em projetos solares faz com que a energia solar se torne a forma menos custosa na produção de eletricidade (FONTES, 2016). Esse modelo de geração de energia, produzida através do uso do sol, é considerada inesgotável do ponto de vista humano, trazendo um potencial extraordinário comparado com outras fontes de energia (PORTAL SOLAR, 2020). Desta forma, sua crescente ascensão na matriz elétrica brasileira é facilmente entendida.

Outro motivador do grande crescimento da utilização de energia solar no Brasil é a utilização desta fonte em menor escala através da geração de energia pelo próprio consumidor. Trata-se da geração distribuída (ANEEL, 2018).

A geração distribuída no Brasil é incentivada ao consumidor através de vários benefícios que fazem com que este modelo de geração de energia tenha grande expansão no mercado brasileiro nos últimos anos (CBIE, 2019). Em 2015 a ANEEL projetava que em 2019 a geração distribuída alcançasse 500 MW de capacidade instalada, sendo que em outubro de 2019 atingiu-se a marca de 1,611 MW (CBIE, 2019). A previsão é que o Brasil atingirá 11 GW de capacidade instalada da micro e mini geração distribuída no ano de 2029, com 1,3 milhão de clientes em todo país (SERODIO, 2020).

O objetivo principal do presente estudo é analisar o crescimento da geração distribuída fotovoltaica no Brasil, considerando os benefícios e estímulos normativos aos consumidores, que se tornam também geradores de energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos, avaliando o futuro deste setor, considerando as possíveis mudanças normativas que podem impactar o sistema de geração do consumidor.

## 2 METODOLOGIA

Os métodos aplicados na elaboração do presente artigo científico foram a revisão bibliográfica, artigos pesquisados no portal Scielo e na plataforma Google Acadêmico, com ênfase nos artigos relacionados à geração de energia elétrica e também materiais publicados por grandes portais relacionados à energia elétrica.

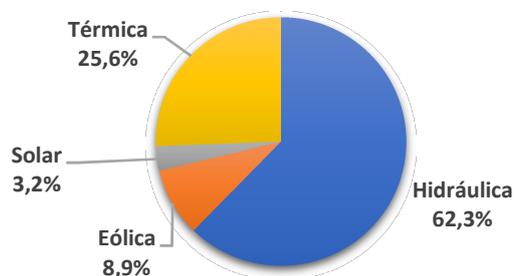
Inicialmente realizou-se um planejamento detalhado afim de verificar quais conteúdos seriam abordados e onde as informações seriam coletadas. Em seguida, foram reunidas todas as informações de pesquisa para que então pudessem ser organizadas e estudadas. Por fim, as informações coletadas, organizadas e estudadas foram redigidas no presente artigo científico.

## 3 REFERENCIAL TEÓRIO

### 3.1 Matriz Elétrica Brasileira

A Matriz Elétrica de um país é definida pelo conjunto de fontes de geração de energia e hoje, o Brasil dispõe de 7.439 empreendimentos relacionados à geração de energia em operação, atingindo a marca de 165.462.927 kW de potência instalada (ECHOENERGIA, 2019). No entanto, apenas duas fontes de geração de energia vêm sendo extensivamente aproveitadas, são elas as fontes hidráulicas e as fontes relacionadas ao petróleo (ANEEL, 2002).

O Gráfico 1 apresenta a matriz de capacidade instalada de geração de energia elétrica do Brasil, segundo o boletim mensal de monitoramento do sistema elétrico (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020).



**Gráfico 1 - Matriz de Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica do Brasil (FONTE: MME)**

O Brasil estruturou sua geração de energia elétrica baseada principalmente em usinas hidrelétricas, desfrutando de seu privilégio em possuir abundância de grandes rios de planalto, aprovisionados por fartas chuvas e, apesar de possuir sua matriz elétrica mais diversificada, ainda possui a maior parte sendo providos por recursos hídricos (QUEIROZ, 2015).

Contudo, as usinas térmicas ainda representam grande parcela em nossa matriz elétrica, isto por que, atualmente, elas possuem um papel fundamental para compensar períodos de baixa hidraulicidade e fenômenos naturais adversos, sendo em sua grande parte acionadas sob demanda (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERADORAS TÉRMICAS, 2011).

Apesar do sistema elétrico brasileiro ser bem estruturado através de suas usinas hidrelétricas e térmicas, um sinal de alerta surge quando analisamos que os recursos hídricos são limitados e passam por situações de escassez (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2017) e as usinas térmicas apesar de serem um escape para os problemas relacionados ao setor hídrico tem um alto

impacto ambiental causados pela utilização de combustíveis fósseis, liberando ao ambiente grandes quantidade de poluentes, além de ser uma energia mais cara gerando ao consumidor final um acréscimo em sua conta de energia (FRAGMAQ, 2015).

Devido a esses e outros problemas, o setor elétrico brasileiro enfrenta um momento que a transição energética desempenha um papel essencial (BICALHO, 2015). De acordo com o relatório New Energy Outlook (2019) a previsão é que no ano de 2050 quase 50% da matriz elétrica mundial seja representada por fontes solares e eólicas.

### **3.2 Geração Distribuída**

A Geração Distribuída, também conhecida como geração dispersa, geração local ou geração embutida, pode ser definida como a geração elétrica realizada próxima ou junto do consumidor (INEE, 2020) e é conectada diretamente as redes de distribuição de energia por meio de instalações de unidades consumidoras.

Apesar de parecer um conceito novo de geração de energia, sua concepção é utilizada desde o século XIX, quando Thomas A. Edison instalou um sistema de geração de energia na cidade de Nova York, no ano de 1882. Este sistema forneceu energia suficiente para lâmpadas incandescentes de aproximadamente 59 consumidores em uma área de 1km<sup>2</sup> aproximadamente (DIAS, 2005).

No Brasil, a geração distribuída é definida através do Art. 14 do Decreto nº 5.163, de 30 de Julho de 2004, “considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo art. 8o da Lei no 9.074, de 1995, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:

- I. hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e
- II. termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, conforme regulação da ANEEL, a ser estabelecida até dezembro de 2004” (BRASIL, 2004).

#### **3.2.1 Regras de Utilização da Geração Distribuída no Brasil**

A partir da Resolução Normativa 482, de 2012, aperfeiçoada pela Resolução Normativa 687, de 2015 e pela Resolução Normativa 786, de 17 de Outubro de 2017, foram definidas algumas regras básicas de utilização da geração distribuída no Brasil, sendo as mais relevantes:

- O consumidor/gerador que produzir energia superior à energia consumida no mês exportará tal energia excedente à rede e a mesma será convertida em “crédito de energia”, o qual terá 60 meses para utilizá-lo;
- Foi possível, a partir dessas resoluções, a utilização do consumo remoto do “crédito de energia”, sendo possível consumir a energia gerada em um outro local diferente do local de geração, contanto deverá ser do mesmo titular e pertencer à área de atendimento da mesma distribuidora;
- Visando a desburocratização do processo de conexão da geração distribuída, a ANEEL definiu regras que simplificam o processo, como formulários padrão para solicitação de acesso pelo consumidor, prazos definidos para que a distribuidora conecte as usinas de até 75 kW, além da possibilidade de solicitar e acompanhar os pedidos via internet.

### 3.3 Energia Fotovoltaica

A energia fotovoltaica, também conhecida como energia solar, converte a energia proveniente do sol em eletricidade. É uma fonte de eletricidade limpa e renovável devido à natureza inesgotável do sol, e limpa por não ter ruídos e por não emitir gases na atmosfera (BRITO e SILVA, 2016). É obtida através da conversão da radiação solar em energia elétrica, por intervenção de placas feita com materiais semicondutores, como o silício (BRAGA, 2008).

Uma busca por uma energia limpa, sem que altere de maneira agressiva as condições de vida do planeta, ocasionou uma evolução de geração de energia elétrica através de energia fotovoltaica, baseado em atender o desenvolvimento sustentável a longo prazo, capaz de suprir a geração tradicional com inúmeros benefícios (BRAGA, 2008).

O efeito fotovoltaico ocorre em materiais semicondutores, que fazem a conversão direta da luz em eletricidade, esse fenômeno foi descoberto em 1839 por Edmond Becquerel, quando no extremo de uma estrutura feita com materiais semicondutores, surgiu uma diferença de potencial elétrico (NASCIMENTO, 2004). Na essência, o efeito fotovoltaico corresponde à geração de uma diferença de potencial elétrico entre dois terminais de uma estrutura (LIMA, MENEZES, et al., 2019).

No sistema fotovoltaico o elemento principal é a célula. As células mais usadas e consolidadas no mercado são as fabricadas através de silício, cada uma gera uma tensão elétrica e associando elas em série ou paralelo conseguimos os valores desejados, chamado de painel solar que, além dele, o sistema gerador inclui o inversor, responsável por transformar a energia gerada pelas placas em corrente contínua para corrente alternada, o quadro de energia, onde se distribui a energia gerada para consumo e o relógio de luz bidirecional, responsável por controlar a entrada e retorno de energia do local onde instalado (STAL ENGENHARIA ELÉTRICA, 2020).

Através da eletrônica foram criadas as células fotovoltaicas, porém com um alto custo no início da fabricação, o que as tornavam inviáveis. Com o avanço da tecnologia, conseguiram baixar o custo de fabricação, quando na década de 90 começaram a aumentar a produção de eletricidade por geração fotovoltaica, no século XXI obtendo mais tecnologia e na busca de energia sustentável houve mais um grande crescimento, onde ocorre até nos dias de hoje.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Geração Distribuída no Brasil teve sua primeira aparição no Decreto Lei nº 5.163/2004, que regulamentou a comercialização de energia elétrica, abordando regras, convenções e procedimentos de comercialização (BRASIL, 2004). Após este decreto, houveram várias resoluções normativas que abordaram os detalhes e aspectos da geração distribuída, mas foi na Resolução Normativa de número 482 (REN 482), de 17/04/2012, que foi tratado as condições e procedimentos para acesso a microgeração e minigeração distribuída conectados ao sistema de distribuição de energia elétrica, o modelo de compensação de energia, entre outros assuntos (ANEEL, 2012). Esta resolução foi revista no decorrer dos anos e teve alguns detalhes alterados pela REN 687, publicada em 24/11/2015, e também pela REN 786, publicada em 17/10/2017 (ANEEL, 2015) (BRASIL, 2017).

A Resolução Normativa 482, publicada em 2012, foi um marco importante para a Geração Distribuída no Brasil, pois nela foi definido a potência máxima para a minigeração e microgeração de energia. Já nas resoluções 687 de 2015 e 786 de 2017, houveram alguns aprimoramentos que, entre outras mudanças, alteram o limite de potência para a minigeração e também para a

microgeração. Está em pauta, atualmente, pela ANEEL mais uma resolução, trata-se de uma atualização da REN 482, visando impactos financeiros da Geração Distribuída no sistema de distribuição das concessionárias de energia do Brasil (ANEEL, 2019).

A Geração Distribuída no Brasil está em forte crescimento, principalmente a partir da resolução 687, de 2016, e também do Convênio ICMS 16/15 que isentou a cobrança do imposto ICMS para energia solar, bem como na compra de materiais destinados a esta modalidade (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2015).

O Gráfico 2 apresenta o número de conexões em geração distribuída, com o passar os anos, a partir do ano de 2011.

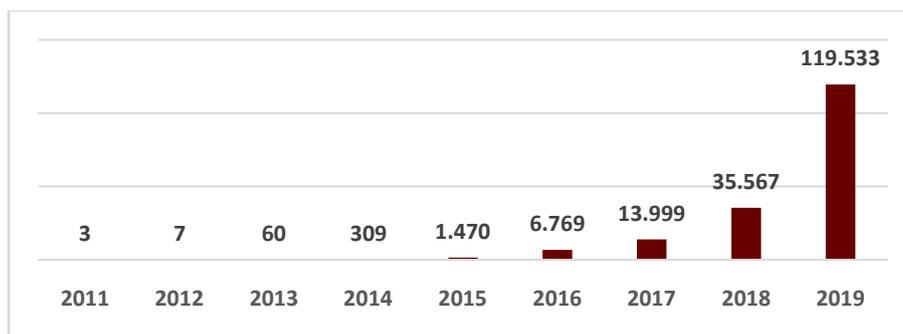


Gráfico 2 - Número de Conexões de Geração Distribuída no Brasil (FONTE: ANEEL, dados até 2019)

A geração distribuída fotovoltaica representa um número expressivo do total de conexões em geração distribuída, correspondendo a 99,84% do total de conexões no Brasil, representando 251.182 conexões até 25 de Junho de 2019. O Gráfico 3 apresenta o número de conexões por tipo de geração.

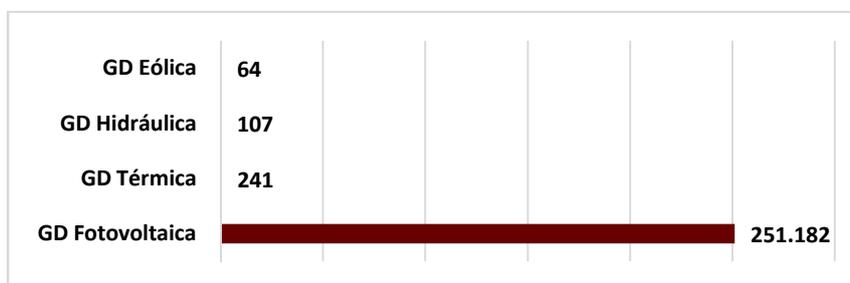


Gráfico 3 - Números de Conexões por Tipo de Geração Distribuída (FONTE: ANEEL, dados até 25/06/2020)

Da mesma forma que o número de conexões na geração distribuída vem em constante crescimento ao longo dos anos, a potência instalada da Geração Distribuída fotovoltaica não poderia ser diferente. Como demonstra o Gráfico 4, a potência instalada desta categoria de geração distribuída teve um crescimento exponencial nos últimos anos, principalmente a partir do ano de 2015.

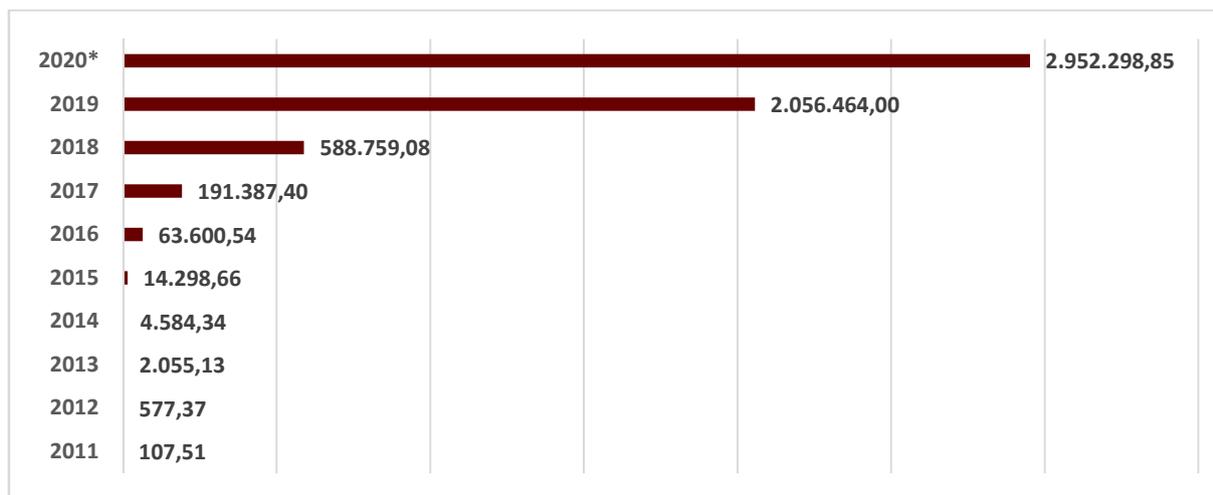


Gráfico 4 - Potência Acumulada Instalada de GD Fotovoltaica, em KW(FONTE: ANEEL - dados até 25/06/2020)

Um importante dado a destacar-se quando é analisado a potência instalada em cada estado do Brasil é a grande notoriedade do estado de Minas Gerais, atingindo a marca de estado com a maior potência instalada de todo o país (589.912,90 kW até 25/06/2020) e isto se deve a dois motivos: grande incidência de radiação solar na região e elevado valor da tarifa de energia elétrica no estado, que é estimulada pela alta alíquota de ICMS, que, na geração distribuída o desconto gerado na utilização do sistema de geração na conta de energia do consumidor final é maior, quando se compara com outros estados (BOCUZZI, MONACO, et al., 2020).

A geração distribuída fotovoltaica é predominante no número de conexões de Geração Distribuída no Brasil e isto se deve a vários fatores, dentre eles podemos citar:

- Redução do valor de aquisição que, apesar de ainda ser muito elevado vem em constante queda com o decorrer dos anos, motivados pela grande competitividade no setor que já possui demanda inferior a oferta (PORTAL SOLAR, 2020);
- Os principais componentes da geração fotovoltaica têm uma longa vida útil, principalmente as placas solares que, de acordo com o padrão adotado pelos fabricantes dura, no mínimo, 25 anos (GUIMARÃES);
- No Brasil a utilização da energia fotovoltaica é viável em praticamente todo o seu território devido à grande abundância de irradiação solar disponível (ENERGIA, 2017);
- Uma das principais vantagens da implantação de um sistema de energia fotovoltaica em uma residência é a redução na conta de luz, que pode ser de até 95%. O sistema de geração pode ser projetado para suprir a demanda de consumo de energia de toda a residência ou até mesmo um empreendimento comercial (FONTES, 2020).

#### 4.1 O Futuro da Geração Distribuída

Segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética (2020) a evolução da geração distribuída nos próximos anos é inevitável, sendo inexorável o crescimento das mesmas em um futuro muito próximo.

No Brasil, este potencial de evolução é ainda mais acentuada pelo alto nível de irradiação solar ao longo do ano, na faixa de 4,5 e 5,5 kWh por metro quadrado ao dia, além de uma baixa variabilidade quando comparado a países onde a tecnologia relacionada a energia fotovoltaica é mais desenvolvida (INPE, 2017).

Este grande potencial para o desenvolvimento da produção de energia através da geração distribuída tem capacidade de geração de novos empregos no setor, além do desenvolvimento econômico no país, garantindo estabilidade na produção pelas indústrias nacionais (ESTADÃO, 2020).

Apesar do grande potencial para a geração distribuída no país, este setor ainda passa por processos de maturação e desenvolvimento. Algumas empresas deste segmento ainda expectam aumento em seu volume de vendas, garantindo assim rentabilidade na atividade empresarial, sendo que boa parte das integradoras destes sistemas operam com baixa taxa de lucro, e em alguns casos negativa, prospectando uma melhora futura deste segmento (CASTRO, 2019).

#### **4.1.1 A Revisão da Resolução Normativa N° 482**

Além do processo de maturação do mercado relacionado a geração distribuída, este segmento ainda passa por processos regulatórios que podem afetar diretamente o consumidor/gerador de energia em seus centros de gerações locais.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) iniciou, a partir do ano de 2018, um processo de revisão da resolução normativa de número 482, de 2012, com foco na compensação de créditos de energia praticados na micro e minigeração distribuída, através de uma consulta pública (SOLARVOLT, 2019). Segundo a ANEEL, as regras de compensação de créditos em vigor penalizam os consumidores que não utilizam do mesmo, pois os custos relacionados à utilização da rede de distribuição pelos consumidores/geradores são compartilhados entre todos os usuários da rede (A GAZETA, 2019).

Os resultados da consulta pública originou a Avaliação de Impacto Regulatório (AIR nº 04/2018), o qual constava estudos de diferentes cenários para as mudanças do sistema de compensação atual. Após a publicação da AIR 04/2018, a mesma foi apreciada em audiências públicas onde representantes do setor e diversas associações estiveram presentes. Logo em seguida, a ANEEL publicou uma nova consulta pública com a redação preliminar da nova resolução normativa, a CP nº 25/2019 (ANEEL, 2019).

Na redação da Avaliação de Impacto Regulatório 04/2018 foram apresentados seis cenários para o novo sistema de compensação de energia. No cenário zero a ANEEL manteria do sistema atual de compensação de energia, já nos outros cinco o sistema de compensação seria alterado, sendo aplicado descontos referentes aos valores de distribuição, transmissão, encargos, perdas, entre outros.

De acordo com o superintendente de Regulação dos Serviços de Distribuição da agência nacional, Carlos Alberto Calixto Mattar, se a forma de compensação da energia atual for mantida por tempo indeterminado, os consumidores brasileiros que não utilizam do sistema de geração de energia distribuída irão receber o impacto com um aumento gradativo dos custos de subsídios, que, segundo a ANEEL, podem variar entre R\$ 1 bilhão, em 2021, e R\$ 4 bilhões, em 2027 (RODRIGUES, 2019).

Conforme exposto, o processo de compensação de energia ainda pode passar por mudanças ao decorrer dos anos, o que implicaria na redução do *payback* de instalação de um sistema de geração própria. Este impacto pode ocasionar alterações nas projeções de desenvolvimento do setor de geração distribuída no Brasil.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou, através da metodologia aplicada, que os objetivos propostos fossem alcançados, pois, através da análise dos dados fornecidos pelos principais portais e agências do setor de energia elétrica do país, foi possível compreender que este setor, apesar de ainda passar por um processo de amadurecimento, vem em constante crescimento, evolução e desenvolvimento ao longo dos anos, motivados pelos benefícios que o sistema fotovoltaico pode oferecer a um consumidor, seja ele residencial, comercial ou industrial. Além disso, também foi possível analisar as projeções e expectativas futuras do mercado de geração local de energia elétrica no Brasil, compreendendo que a geração distribuída fotovoltaica possui um futuro promissor neste país. Todavia, surge um alerta ao analisar as possíveis revisões regulatórias e normativas do setor, pois eventuais impactos no sistema de compensação de energia nos sistemas fotovoltaicos podem ocorrer no curto ou médio prazo. Neste sentido, a importância de se analisar um setor em grande expansão faz-se necessária, pois novas tecnologias são desenvolvidas, um novo mercado se potencializa e o setor energético do país é afetado por novos integrantes desta categoria de geração de energia.

O projeto de pesquisa limitou-se aos dados fornecidos pelos principais órgãos, instituições e agências relacionadas a geração distribuída de energia elétrica no Brasil. Desta forma, para se analisar de forma mais ampla os benefícios, vantagens e desvantagens de instalação de um sistema de geração distribuída, sugere-se um estudo de caso para obtenção de dados mais precisos e concretos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A GAZETA. Aneel e Câmara discutem revisão de normas para produção de energia. **A Gazeta**, 2019. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/brasil/aneel-e-camara-discutem-revisao-de-normas-para-producao-de-energia-1119>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. ANEEL. [S.l.], p. 199. 2002.

ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012. **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL**, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687. **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL**, 2015. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ANEEL. Geração Distribuída. **ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica**, 2018. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

ANEEL. **CONSULTA PÚBLICA 25/2019**. ANEEL. [S.l.], p. 10. 2019.

ANEEL. Revisão das regras de geração distribuída entra em consulta pública. **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL**, 2019. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/revisao-das-regras-de-geracao-distribuida-entra-em-consulta-publica/656877](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/revisao-das-regras-de-geracao-distribuida-entra-em-consulta-publica/656877)>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERADORAS TÉRMICAS. **A IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DA GERAÇÃO TÉRMICA A CARVÃO MINERAL, NOS LEILÕES A-5**. ABRAGET. [S.l.], p. 8. 2011.

BICALHO,. O setor elétrico em transformação. **Blog Infopetro**, 2015. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2015/09/07/o-setor-eletrico-em-transformacao/>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

BLOOMBERGNEF. **New Energy Outlook 2019**. BloombergNEF. [S.l.]. 2019.

BOCUZZI, D. et al. Geração Distribuída: Evolução Brasileira e Perspectiva. **Canal Energia**, abr. 2020.

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 80. 2008.

BRASIL. **Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004**. GOVERNO DO BRASIL. BRASÍLIA. 2004.

BRASIL. DECRETO Nº 5.163 DE 30 DE JULHO DE 2004. **Presidência da República - Casa Civil**, 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/D5163.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5163.htm)>. Acesso em: 25 jun. 2020.

BRASIL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 786, DE 17 DE OUTUBRO DE 2017. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, 2017. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19373431/do1-2017-10-25-resolucao-normativa-n-786-de-17-de-outubro-de-2017-19373375](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19373431/do1-2017-10-25-resolucao-normativa-n-786-de-17-de-outubro-de-2017-19373375)>. Acesso em: 25 jun. 2020.

BRITO, M. C.; SILVA, J. A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade. **O Instalador**, p. 7, jul. 2016.

CASTRO, R. Geração Fotovoltaica Distribuída: crescimento vertiginoso ou apenas maturação inicial? **Greener**, 2019. Disponível em: <[https://www.greener.com.br/geracao-fotovoltaica-distribuida-crescimento-vertiginoso-ou-apenas-maturacao-inicial/?utm\\_campaign=maturacao\\_gd&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://www.greener.com.br/geracao-fotovoltaica-distribuida-crescimento-vertiginoso-ou-apenas-maturacao-inicial/?utm_campaign=maturacao_gd&utm_medium=email&utm_source=RD+Station)>. Acesso em: 27 jun. 2020.

CBIE. O que é a Geração Distribuída? **CBIE - Centro Brasileiro de Infraestrutura**, 2019. Disponível em: <<https://cbie.com.br/artigos/o-que-e-a-geracao-distribuida/>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

DIAS, M. V. X. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL: OPORTUNIDADES E BARREIRAS, Itajubá, p. 143, nov. 2005.

ECHOENERGIA. Conheça a matriz elétrica brasileira. **ECHOENERGIA**, 2019. Disponível em: <<https://www.echoenergia.com.br/noticias/conheca-a-matriz-eletrica-brasileira/>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

ELEKTSOLAR. Energia Solar Fotovoltaica: Vantagens e Desvantagens. **ELEKTSOLAR**, 2020. Disponível em: <<https://eleksolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ENERGIA, P. Vantagens e desvantagens da energia solar. **ECO A**, 2017. Disponível em: <<https://ecoa.org.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS. O QUE SÃO OS RECURSOS HÍDRICOS? **EOS Organização e Sistemas**, 2017. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/o-que-sao-os-recursos-hidricos/>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

ESTADÃO. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: DESENVOLVIMENTO E ACESSO. **ESTADÃO**, 2020. Disponível em: <<http://patrocinados.estadao.com.br/o-que-o-brasil-quer/energia-sustentavel/geracao-distribuida-desenvolvimento-e-acesso/>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

FALCÃO, R. Brasil em busca de novas fontes de energia. **Diário de Pernambuco**, 08 fev. 2015. Disponível em: <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/economia/2015/02/brasil-em-busca-de-novas-fontes-de-energia.html>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

FONTES, R. 2016 Encerra com Energia Solar mais Barata que a eólica. **BlueSol**, 20 dez. 2016. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-mais-barata-que-eolica/>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

FONTES, R. Fontes de Energia Alternativas: As Informações e Verdades Que Você Precisa Saber. **BlueSol**, 31 jul. 2019. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/fontes-de-energia-alternativas/>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

FONTES, R. Energia Solar Fotovoltaica Vantagens e Desvantagens: Saiba Tudo Antes de Investir. **BlueSol**, 2020. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-fotovoltaica-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

FRAGMAQ. Conheça as vantagens e desvantagens da usina termoelétrica. **FRAGMAQ**, 2015. Disponível em: <<https://www.fragmaq.com.br/blog/conheca-vantagens-desvantagens-usina-termoeletrica/#:~:text=Desvantagens%20da%20usina%20termoel%C3%A9trica,-Impacto%20ambiental%3A%20por&text=Custo%20final%3A%20em%20geral%2C%20a,esta%20diferen%C3%A7a%20%C3%A9%20o%20consumi>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

GOVERNO DO BRASIL. Governo do Brasil. **gov.br**, 21 jan. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

GUIMARÃES, G. Kit de Energia Solar: Qual a Vida Útil dos Equipamentos? **SOLARVOLT**. Disponível em: <<https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/kit-de-energia-solar-vida-util/#:~:text=A%20durabilidade%20do%20Kit%20de,um%20per%C3%ADodo%20de%2025%20anos.>>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

INEE. O que é Geração Distribuída. **INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética**, 2020. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20\(GD\)%20%C3%A9%20uma,Co%2Dgeradores](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20(GD)%20%C3%A9%20uma,Co%2Dgeradores)>. Acesso em: 26 jun. 2020.

INPE. Atlas Brasileiro de Energia. **INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS.**, 2017. Disponível em: <[http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas\\_Brasileiro\\_Energia\\_Solar\\_2a\\_Edicao.pdf](http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2018**. International Energy Agency. [S.l.]. 2018.

KOIFMAN, S. Geração e transmissão da energia elétrica:, abr. 2001.

LIMA, A. A. et al. Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, out. 2019.

MAKARIEWICZ, I. L. A prototipagem como meio para projetar modelos de negócios, 2018. Disponível em:

<[http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7127/Isadora%20Longo%20Makariewicz\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7127/Isadora%20Longo%20Makariewicz_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: Junho 2019.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. CONVÊNIO ICMS 16, DE 22 DE ABRIL DE 2015. **CONFAZ**, 2015. Disponível em: <[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016\\_15](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016_15)>. Acesso em: 25 jun. 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro**. SECRETARIA DE ENERGIA ELÉTRICA. [S.l.], p. 44. 2020.

NASCIMENTO, C. A. D. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA CÉLULA. **Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2004. 21.

NASCIMENTO, R. S. D. FONTES ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL: MÉTODOS, 28 out. 2015.

PORTAL SOLAR. Empresa de Pesquisa Energética observa queda drástica no preço da energia solar. **Portal Solar**, 2020. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/empresa-de-pesquisa-energetica-observa-queda-drastica-no-preco-da-energia-solar.html>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

PORTAL SOLAR. O que é energia solar? Tudo o que você precisa saber. **Portal Solar**, 2020. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar-.html>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

QUEIROZ, R. O setor elétrico brasileiro e suas incertezas. **Blog Infopetro**, 2015. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2015/10/05/o-setor-eletrico-brasileiro-e-suas-incertezas/#more-6306>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

RODRIGUES, A. Aneel e Câmara discutem revisão de normas para produção de energia. **Agência Brasil**, 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/aneel-e-camara-discutem-revisao-de-normas-para-producao-de-energia>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

SERODIO, G. Geração distribuída atingirá 11 GW de capacidade instalada em 2029. **epbr**, 2020. Disponível em: <<https://epbr.com.br/geracao-distribuida-atingira-11-gw-em-2029/>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

SOLARVOLT. A Revisão da Resolução Normativa nº 482 da ANEEL: Entenda. **SOLARVOLT**, 2019. Disponível em: <<https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/a-revisao-da-resolucao-normativa-n-482-da-aneel-entenda/>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

RODRIGUES, André Campos; SERRA, Arthur Neves; KREPKE, Johnathan Gonçalves; PORTO, José Guilherme Rodrigues.  
O CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

---

STAL ENGENHARIA ELÉTRICA. Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. **STAL ENGENHARIA ELÉTRICA**, 2020. Acesso em: 26 jun. 2020.