

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS - UFGD
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

RONÃ ALVES BORGES JUNIOR

ESTUDO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA DESCENTRALIZADA NO BRASIL

DOURADOS/MS

2018

RONÃ ALVES BORGES JUNIOR

**ESTUDO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA DESCENTRALIZADA NO BRASIL**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Professor Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos

Banca Examinadora:

Professor Dr. Jonathan Gonçalves da Silva

Professora Dr^a. Madalena Maria Schlindwein

Dourados/MS

2018

**ESTUDO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA DESCENTRALIZADA NO BRASIL**

RONÃ ALVES BORGES JUNIOR

Esta monografia foi julgada adequada para aprovação na atividade acadêmica específica de Trabalho de Graduação II, que faz parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Administração pela Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia – FACE da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

Apresentado à Banca Examinadora integrada pelos professores:

Professor Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos
Presidente

Professor Dr. Jonathan Gonçalves da Silva
Avaliador

Professora Dr^a. Madalena Maria Schlindwein
Avaliadora

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa a todos aqueles que assim como eu anseiam por conhecer e desbravar os caminhos da energia renovável, contribuindo para a solidez e análise dos fatos objetivando uma sociedade que consiga unir o crescimento econômico com o desenvolvimento sustentável.

AGRADECIMENTOS

Dedico estas singelas palavras a todos aqueles que torceram por mim desde o meu primeiro sim até neste exato momento onde com garra e entusiasmo consigo, por intermédio também da bondade infinita de Deus, este título de Bacharel em Administração.

Título que não me faz ser melhor que ninguém, pelo contrário, me deu a chance de aprender a como melhor estar à disposição da sociedade e pôr em prática meu princípio e fundamento de servir com alegria a quem precisar.

Agradeço aos meus pais Ronã e Elsa, a minha irmã Annye, meu sobrinho João e toda minha família que nunca mediram forças para me ajudar no que precisasse e por acreditar que eu conseguiria chegar aqui.

Sou grato aos meus professores, grandes mestres e doutores pela simplicidade e pela forma de conduzir não somente a mim, mas cada colega no decorrer do curso. Mais que professores, vocês são amigos, parceiros e pessoas que inspiram a cada palavra dita. Agradeço de forma especial ao professor e orientador Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos que me acompanhou nesta pesquisa, sendo um grande incentivador e uma luz quando estava perdido. Sou grato também ao Professor Dr. Jonathan Gonçalves e Professora Dr^a Madalena Schlindwein, por participar deste momento tão decisivo e importante da minha vida bem como pelas contribuições feitas para melhoria do meu estudo.

Um muito obrigado também quero dar aos meus colegas de faculdade pois tiveram uma importante participação e contribuição na minha formação profissional, mas também pessoal. E por fim, agradeço aos meus amigos, colegas, parceiros e irmãos de vida e fé, em especial, agradeço a você “Jota”, meu grande amigo e parceiro, por ter estado ao meu lado até o fim.

RESUMO

A geração de energia renovável vem sendo incentivada por diversos países nos últimos anos, principalmente devido ao aumento acelerado da população e carência de recursos naturais capazes de gerar energia. Entre as fontes de energia elétrica renovável, o modo solar fotovoltaico tem conquistado cada vez mais espaço e no Brasil ganhado mercado. Espaço tanto no modo centralizado de geração de energia, por meio das usinas solares, mas também da forma descentralizada, através da geração distribuída, que permite a qualquer indivíduo, ter seu próprio sistema gerador de energia, interligado à rede de distribuição de sua localidade, ou até mesmo fazer o consumo da energia gerada de forma remota. Sendo assim, o presente trabalho estuda o cenário do desenvolvimento e uso da energia solar fotovoltaica no Brasil no modo descentralizado. A ênfase da pesquisa foi dada principalmente após o ano de 2012, quando a geração distribuída passou a ser regida com normas e direcionamentos próprios. Para auxiliar esta análise, foi usada a norma técnica nº0056/2017 da ANEEL que divulgou os números e gráficos a respeito do desenvolvimento do setor fotovoltaico na modalidade da geração distribuída no período de 2012 a 2017. Os resultados permitiram observar que mesmo com uma representatividade reduzida entre as demais matrizes de energia elétrica no Brasil, o segmento fotovoltaico demonstra um crescimento que se aproxima de 40% ao trimestre, deixando assim, mais palpável a meta para o setor de até o ano de 2024 ter mais de 800 mil sistemas instalados, sendo capazes de uma geração de energia descentralizada superior a 3 mil megawatt.

Palavras-chave: Segmento de Mercado; Geração Distribuída; Energia Solar Fotovoltaica.

ABSTRACT

The generation of renewable energy has been stimulated by several countries in the last years, mainly due to the accelerated increase of the population and lack of natural resources capable of generating energy. Among the sources of renewable electric energy, the solar photovoltaic mode has conquered more and more space and in Brazil gained market. Space in the centralized mode of generation of energy, through the solar power plants, but also in the decentralized way, through distributed generation, which allows any individual to have its own generating system of energy, interconnected to the distribution network of its locality, or even make the consumption of the energy generated remotely. Therefore, the present work studies the scenario of the development and use of photovoltaic solar energy in Brazil in a decentralized way. The emphasis of the research was mainly given after 2012, when the distributed generation started to be governed by its own rules and directives. To support this analysis, ANEEL technical standard n°0056/2017 was used, which published the numbers and graphs regarding the development of the photovoltaic sector in the distributed generation modality in the period from 2012 to 2017. The results showed that even with a reduced representativeness photovoltaic segment shows a growth approaching 40% to the quarter, thus making it more palpable the goal for the sector until 2024 to have more than 800 thousand installed systems, being capable of generating decentralized power above 3,000 megawatts.

Key words: Market Segment; Distributed generation; Photovoltaic Solar Energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Matriz Elétrica Brasileira do ano de 2016.....	09
Figura 2 – Participação das classes de consumo na geração de Energia Fotovoltaica no Brasil até início de 2017.....	10
Figura 3 – Capacidade Instalada em MW por fonte de Energia Elétrica dos anos de 2015 e 2016, e a diferença entre eles, representada por Δ	31
Figura 4 – Evolução do número conexões com geração distribuída de dez/2012 a mai/2017.....	34
Figura 5 – Número de Sistemas Instalados por Fonte de Energia até 23/05/2017.....	34
Figura 6 – Projeção do número de consumidores microgeradores de energia fotovoltaica para o Brasil até 2024.....	35
Figura 7 – Evolução da potência instalada na geração distribuída em Megawatt até 23/05/2017.....	37
Figura 8 – Potência instalada em Megawatt por fonte de energia até 23/05/2017.....	38
Figura 9 – Projeção da potência instalada em Megawatt (MW) para os setores residencial e comercial até 2024.....	39
Figura 10 – Participação das classes de consumo na geração distribuída até 23/05/17.....	40
Figura 11 – Número de unidades geradoras de eletricidade através de sistemas fotovoltaicos por estado até dezembro de 2017.....	42
Figura 12 – Potência instalada em megawatt dos sistemas fotovoltaicos por estado brasileiro até dezembro de 2017.....	42

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRADEE – Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BB – Banco do Brasil

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

ConFaz – Conselho Nacional de Política Fazendária

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

EUA – Estados Unidos da América

FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

FV – Fotovoltaico(a)

GT – GDSF – Grupo de Trabalho de Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos

GW - Gigawatt

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

KW – Kilowatt

kWh – Kilowatt Hora

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia

MME – Ministério de Minas e Energia

MWp – Megawatt-pico

PIS – Programa de Integração Social

PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes de Energia Elétrica

SUMÁRIO

1 - Introdução.....	09
1.1 - Definição da problemática	11
1.2 - Objetivos	12
1.2.1 - Objetivo geral.....	12
1.2.2 - Objetivos específicos.....	12
1.3 - Justificativa	13
2 - Revisão Bibliográfica	14
2.1 - Panorama da energia fotovoltaica	14
2.2 - Participação do poder público no setor fotovoltaico e alguns destaques no setor fotovoltaico brasileiro.....	19
2.3 - Pontos críticos que embaraçam o sucesso da energia fotovoltaica no Brasil.....	23
2.4 - Proposta de crescimento: os incentivos.....	26
3 - Metodologia	29
3.1 - Delineamento da pesquisa.....	29
3.2 - Caracterização da área de estudo.....	30
3.3 - Coleta de dados.....	31
3.4 - Análise de dados.....	32
4 – Resultados e Discussão.....	33
4.1 - Sobre a evolução do número de conexões de sistemas fotovoltaicos em geração distribuída, a separação por fonte de energia e da previsão do número de consumidores até 2024.....	33
4.2 - Sobre a evolução da potência em megawatt, a capacidade gerada por matriz elétrica na geração distribuída e da previsão de potência instalada em megawatt para as classes residenciais e comerciais até o ano de 2024.....	36
4.3 - Participação das classes de consumo na geração distribuída de energia fotovoltaica.....	39
4.4 - Participação dos estados brasileiros na geração distribuída de energia elétrica fotovoltaica.....	40
5 - Considerações Finais.....	43
6 - Referências	45

1 – INTRODUÇÃO

A partir de 2012 o consumidor de energia elétrica no Brasil pode gerar sua própria eletricidade oriunda de fontes renováveis, inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Chamado de geração distribuída, este sistema refere-se ao consumidor que próximo, ou mesmo de forma remota, é capaz de gerar sua própria eletricidade por meio de sistemas próprios, instalados em sua residência, comércio ou onde preferir, independente da potência, tecnologia ou fonte da energia (ANEEL, 2015).

O benefício da geração distribuída abriu as portas para o mercado fotovoltaico no país, favorecendo o crescimento da geração de energia fotovoltaica (FV), na esperança de alcançar no futuro uma maior participação na matriz de energia elétrica brasileira, que, em grande parte, ainda está sob responsabilidade da fonte hidrelétrica (Figura 1). Tendo uma matriz elétrica diversificada, mais empregos e mais renda podem ser gerados no país (ABSOLAR, 2017).

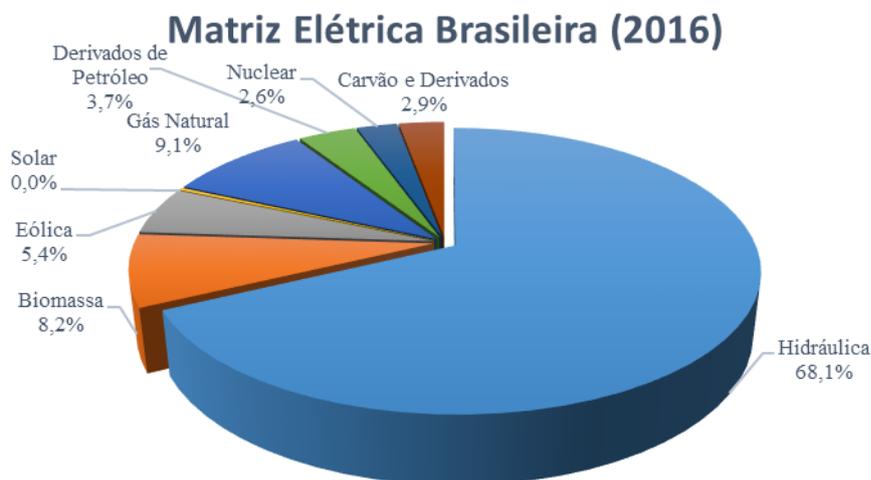


Figura 1 – Matriz Elétrica Brasileira do ano de 2016

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da EPE/BEN (2017)

No ano de 2015, por meio da resolução nº 687, houve uma atualização da resolução nº 482 de 2012, ambas publicadas pelas ANEEL. Esta atualização trouxe novas classificações quanto a diferenciação entre a micro e mini geração distribuída¹, reduzindo de 100 kW para

¹ Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada (Resolução Normativa Nº 687, de 24/11/2015).

Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência superior a 75 kW ou < a 3 MW.

75 kW o limite da distinção de ambas. Outra mudança foi a disponibilidade do crédito de energia elétrica que fica retido na distribuidora, que era de 36 meses e foi ampliado para 60 meses, facilitando o uso do crédito acumulado pelo consumidor (ANEEL, 2015).

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR (2017), a geração de energia solar no Brasil aumentou cerca de 70% entre os anos de 2015 e 2016 e tratando apenas da microgeração distribuída de energia elétrica, o setor cresceu 320% somente em 2015. Até o início de 2017 já ultrapassavam os 7.900 sistemas de micro e mini geração distribuída de energia elétrica, dos quais, 98% são de fonte solar, com quase 6.200 unidades para uso residencial, 1.300 aproximadamente para uso comercial e o restante dividido entre implementações na indústria, edifícios públicos e propriedades rurais (Figura 2).

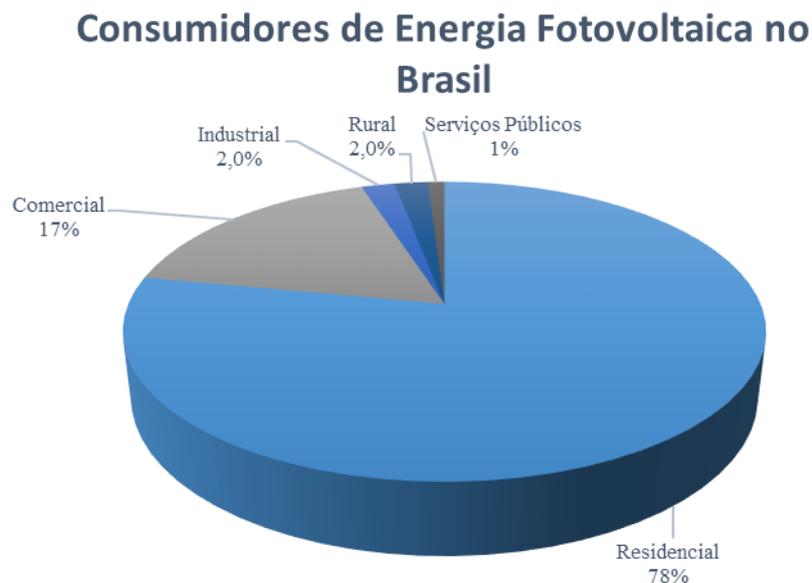


Figura 2 – Participação das classes de consumo na geração de Energia Fotovoltaica no Brasil até início de 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ABSOLAR (2017)

Este trabalho objetiva pesquisar o desenvolvimento e uso da energia fotovoltaica no Brasil no modo descentralizado, considerando os principais avanços obtidos e as políticas públicas para favorecer o crescimento do uso da energia fotovoltaica, limpa e sustentável.

Além disso, são apresentados nesta pesquisa os pontos críticos que surgiram nos últimos anos que atrapalharam o crescimento do uso da energia fotovoltaica no país e, por fim, serão considerados possíveis caminhos e incentivos para que a geração e uso da energia fotovoltaica possa ampliar sua participação no setor elétrico nacional.

1.1 DEFINIÇÃO DA PROBLEMÁTICA

O Brasil, grande dependente das chuvas para a manutenção de seu sistema elétrico, tem sofrido muito nos últimos anos com níveis reduzidos de precipitação, fazendo cair o nível de água nos reservatórios. Em 2001 o país se viu em meio a uma crise quando a baixa precipitação se uniu à falta de planejamento dos órgãos responsáveis pela energia elétrica nacional, levando o país a uma crise sem precedentes, tendo as usinas sido incapazes de suprir a demanda total de energia. Como construir novas plantas levaria muito tempo e altos investimentos, foi proposto à população um plano de racionamento de energia, afetando assim todo setor produtivo impactando o crescimento econômico do Brasil (VASCONCELOS; CARPIO, 2015).

Em 2014 e 2015 não foi muito diferente do ocorrido em 2001, com a baixa precipitação nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, reduziu-se a geração de energia provinda de hidrelétricas, aonde o governo contou com maior participação das térmicas na matriz de energia elétrica brasileira, fazendo uso deste serviço contínuo por longo período para manter a oferta de demanda de energia elétrica (VASCONCELOS; CARPIO, 2017).

Diante deste cenário crítico, a geração de energia alternativa foi incentivada no país, ganhando legislação e normas para ditar como elas se regulariam a partir do ano de 2012. A energia gerada a partir da biomassa, parques eólicos e a própria energia solar entre outras fontes renováveis ganha força principalmente a partir de 2015 quando o governo atualiza a Resolução Normativa nº482 de 2012 e promulga a Resolução nº 687 dando as diretrizes para a geração distribuída.

Segundo o Balanço Energético Nacional de 2017, do total de energia produzida no país, menos de 1% apenas equivale a energia fotovoltaica. Essa informação levanta o principal questionamento desta pesquisa sobre como este setor se desenvolveu desde 2012 além de buscar compreender quais são os desafios que surgiram impedindo maior representatividade do setor fotovoltaico entre as matrizes de energia elétrica do Brasil?

Nesta pesquisa são apresentados os dados a respeito do crescimento deste setor, porém ao comparar com a baixa participação na matriz elétrica brasileira que não chega a 1%, levantamos outros questionamentos secundários, que seguem abaixo, no intuito de buscar fundamentos explicam esta comparação, não apenas nesta pesquisa, mas no que pode surgir após a conclusão deste estudo.

- Apesar da ainda pequena participação na matriz elétrica brasileira, a geração de energia fotovoltaica apresenta um crescimento expressivo; sendo assim, que fatos significativos

trouxeram mais destaque a geração e uso da energia fotovoltaica para esse crescimento?

- O que falta para que a geração de energia elétrica fotovoltaica alcance patamar expressivo no cenário nacional e se mostre como uma escolha favorável para investidores, consumidores, para as distribuidoras e mesmo para órgãos públicos?
- O Brasil é capaz economicamente de prover a base para uma produção em larga escala de energia renovável fotovoltaica?
- Quais os principais incentivos que podem beneficiar o crescimento sustentável do uso da energia fotovoltaica no país?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Estudar o cenário do setor fotovoltaico no Brasil, analisando desenvolvimento e uso da energia solar fotovoltaica descentralizada na matriz elétrica brasileira no período de 2012 a 2017 no modo da geração distribuída de energia.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar o número de sistemas fotovoltaicos instalados, bem como a evolução de sua quantidade e da potência instalada a partir de 2012 em geração distribuída.
- Apresentar tanto para a quantidade de sistemas conectados à rede como para a potência instalada, as projeções futuras com base nos dados fornecidos pela ANEEL.
- Descrever a representatividade das classes de consumo e a participação dos estados brasileiros no que é produzido de energia na geração distribuída.

1.3 JUSTIFICATIVA

Como energia renovável, e, portanto, favorável para a preservação do meio ambiente e a redução da poluição, a geração de energia elétrica fotovoltaica tem se tornado uma alternativa atrativa para que o consumidor gere sua própria energia, receba benefícios por isso e possa também contribuir com sua singela parcela, para o desenvolvimento do país de forma sustentável.

A ABSOLAR (2018) publicou que o Brasil atingiu uma marca histórica na geração de energia fotovoltaica, ultrapassando os 1 gigawatt na capacidade instalada com as usinas solar em produção, somando geração centralizada e distribuída dando ao país a oportunidade de estar entre os 30 países no mundo que conseguiram produzir acima de 1 GW.

Segundo afirma o Ministério de Minas e Energia, (MME, 2017) estima-se que até 2024 a capacidade de geração solar instalada alcance 8.300 MW em geração centralizada e 1.300 MW de geração distribuída, atingindo assim uma proporção de 1% do total de energia elétrica gerada no país, acreditando assim que 18% das residências contarão com a geração de energia solar fotovoltaica até 2050.

Diante dessa afirmativa, faz-se necessário aprofundar nas pesquisas para compreender tamanha relevância sobre o assunto para a esfera ambiental com a geração de energia limpa, sem poluição ou impactos ambientais negativos. Mas também, sua importância para a área econômica, no âmbito industrial, comercial e residencial que podem usufruir da geração de energia fotovoltaica visando benefícios mensuráveis, entre eles a redução de custos e despesas.

Pretende-se assim contribuir fornecendo subsídios para que o assunto da geração e uso de energia fotovoltaica seja mais propagado e debatido nas áreas empresariais e acadêmicas, residenciais e governamentais visando um embasamento e suporte para crescimento econômico e sustentável do uso da energia fotovoltaica.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama da Energia Fotovoltaica

Segundo Villalva (2012) com o aumento acelerado da população, proporcionalmente cresceu também a demanda da sociedade por energia elétrica, assim como a necessidade de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis e o aumento da busca por fontes de energia menos impactantes ao meio ambiente. Diante disso, propagou-se a ideia de uma geração descentralizada de energia, pois é considerada uma opção viável para a expansão do setor elétrico mundial, principalmente através da exploração das energias solar, eólica e da biomassa (TORRES, 2012).

A energia fotovoltaica tornou-se uma eficaz alternativa para uma produção de energia limpa, pois consiste apenas na conversão direta da luz solar em energia elétrica. De acordo com Lopez (2012), até 2050, a participação da energia solar na demanda global será superior a 30%, sendo assim, vê-se um mercado que precisará se adequar também a estas necessidades que aumentarão com os anos.

Desde a tomada de consciência da crise dos combustíveis fósseis na década de 1970 melhorias foram feitas na fabricação dos módulos fotovoltaicos deixando-os com um desempenho melhor e reduzindo os custos de implantação dos mesmos. Desta forma, locais em que a rede elétrica convencional não atingia, ele passou a atender, alguns deles são os postos de saúde na zona rural, refrigeração e bombeamento de água, telecomunicação, entre outros. Posteriormente, na década de 1990, eles passaram a ser mais utilizados e conectados à rede elétrica para uso residencial e comercial, principalmente nos países desenvolvidos (JANUZZI et al. 2009).

Quando comparados aos meios convencionais de produção de energia, o sistema fotovoltaico conectado à rede tem mostrado muitos benefícios e vantagens, principalmente pela produção silenciosa de energia e a não emissão de poluentes no meio ambiente. A energia além de ser gerada próxima ao local de consumo, pode ser usada também quando há excedentes para ser fornecida diretamente para a rede elétrica local. Além de possibilitar a instalação de um sistema de diferentes potências e poder se integrar diretamente às edificações urbanas, sem requerer a construção de áreas extras para sua instalação (BENEDITO, 2009).

Importante exemplo de sucesso na implantação de sistemas fotovoltaicos é a Alemanha. Segundo Ruther et al. (2008), somente no ano de 2004 houve na Alemanha um aumento de 100% na potência fotovoltaica instalada no país, e com dados ainda mais

recentes, no ano de 2011, a capacidade geradora de energia fotovoltaica dos alemães foi de 25 GW instalados, seguidos pela Itália com 13 GW e Japão com 5 GW.

Nascimento (2017) afirma que desde 2015 a China lidera a produção de energia solar fotovoltaica, com uma capacidade em potência instalada de 43 GW e em 2016 já ultrapassavam 70 GW. Na sequência vem Alemanha com 39,7 GW, em terceiro lugar o Japão que produz 34,4 GW, por último EUA com uma capacidade instalada de 25,6 GW e Itália com 18,9 GW.

A estratégia alemã usada para que a energia fotovoltaica se propagasse foi a obrigatoriedade da compra, por parte das distribuidoras do setor, de toda energia renovável que os produtores independentes geravam, no qual são recompensados com uma tarifa prêmio por cada kWh gerado. A intenção do programa Alemão foi facilitar o desenvolvimento sustentável do país no que se refere ao suprimento de energia, fomentando a produção de energia limpa, havendo ganhos para todos os envolvidos. O que torna vantajoso este sistema de preços é que o capital investido é totalmente privado, o governo atua apenas como incentivador e facilitador do programa (RUTHER, et al. 2008).

Além do mercado europeu favorável ao crescimento de produção de energia FV, o mercado asiático, bem como o mercado americano passaram a também se destacar. O Japão, como já citado anteriormente, juntamente com a China e os Estados Unidos, no ano de 2011, tiveram um crescimento da energia FV que chegou em 100%, estimando a chegar próximo de 77 GW nos anos atuais. E quanto ao mercado brasileiro, a estimativa é neste mesmo período alcançar pelo menos 1 GW de capacidade instalada, segundo Torres (2012), porém o Brasil atingiu esta capacidade instalada apenas no início de 2018.

Torres (2012) comenta que mesmo com a crise econômica vivenciada em muitos países, o mercado global de energia fotovoltaica continuou crescendo, o que mostra ainda existe uma demanda que pode resistir, mesmo em períodos de crise. “Com o apoio de políticas adequadas, o desenvolvimento equilibrado do mercado, e contínua inovação da indústria, a mais promissora fonte mundial de eletricidade pode continuar sua taxa de crescimento notável no curto, médio e longo prazo” (TORRES, 2012, p.61).

Além de se destacar na produção de energia FV, o mercado norte americano traz continuamente contribuições importantes que proporcionam a expansão desta fonte de energia devido à regulação estadual e operações regionalizadas. A organização do setor elétrico americano se destaca, principalmente, pela descentralização favorecendo a criatividade nas inovações e a convivência de diferentes incentivos. Enquanto os países europeus usaram basicamente o mecanismo financeiro de pagar tarifas para as unidades geradoras, chamado de tarifa *feed-in*, para incentivar a expansão da geração distribuída, os

EUA inovaram com diferentes arranjos de incentivos financeiros e regulatórios (BARROS, 2014).

De acordo com Torres (2012), nos últimos anos a tecnologia solar fotovoltaica tem provado que, com um quadro regulamentar adequado para cada país, ela pode ser importante aliada no objetivo que a União Europeia tem sobre o setor de energia até o ano de 2020. Entre estes objetivos estão: 20% de redução, das emissões de gases efeito estufa, 20% de melhoria da eficiência energética e alcançar a meta de 20% de energia obtida a partir de fontes renováveis (UE, 2018).

Uma redução de custos tem sido incentivada devido aos avanços tecnológicos e a tendência é permanecer nos próximos anos, o que acarretará no aumento da competitividade da indústria fotovoltaica em relação às demais fontes de energia. Este custo de geração é referente ao preço de uma única unidade de eletricidade, expressa em kWh e considera todos os custos de investimento e operacionais sobre a vida útil do sistema.

Tratando especificamente de Brasil, um país que ocupa uma área equivalente a 47% de toda a América do Sul, possuidor de um clima bem diverso e com uma bacia hidrográfica extremamente ampla, tem na hidroeletricidade um total de 68% de toda energia gerada. Porém, se é grande a proporção de energia produzida nas hidrelétricas, igualmente é o desgaste criado por estas fontes de energia, causados principalmente pelos impactos ambientais e as grandes distâncias entre o ponto de produção de energia e o local de consumo da mesma, ocasionando em custos cada vez mais elevados (RUTHER, et al. 2008).

O potencial hidráulico do Brasil vem sendo altamente questionado, principalmente as pressões advindas pelo uso da bacia amazônica para a produção de energia, desta forma, novas soluções são buscadas para sanar os problemas e reduzir o impacto causado (social e ambiental) no país. E este sistema fotovoltaico já usado em vários países é uma das principais apostas para ser usada no Brasil, no intuito de produzir também uma energia limpa, conectada à rede nacional, pulverizando mais a geração de energia, reduzindo esta proporção da energia gerada nas hidrelétricas nacionais (JANUZZI, et al, 2009).

A principal parte da energia elétrica produzida no Brasil vem das hidrelétricas, e estas por sua vez dependem do volume de água dos seus reservatórios para gerar energia. No ano de 2014 e principalmente em 2015, ocorreram grandes problemas que impactaram fortemente na geração de energia no país. Com o baixo índice de chuvas, os reservatórios tiveram seu índice reduzidos a menos de 30% de sua capacidade total, fazendo as distribuidoras de energia do país usar o método tarifário das bandeiras ou mesmo optar por

apagões, no intuito de reduzir o consumo do país em 20% (CRISE DE ENERGIA NO BRASIL, 2016).

Esta crise não surgiu por acaso, desde de meados do ano 2000, quando os apagões ocorreram em nível nacional, percebeu-se que o setor elétrico brasileiro estava carente de investimentos. O uso massivo da matriz hidrelétrica, associado ao baixo índice pluviométrico, às transformações ambientais, ao crescimento acelerado da população e sua demanda por energia elétrica, seja residencial ou industrial, deixou a mostrar que o grande problema que ocorre no país é a falta de um planejamento energético (ESPECIAL: A CRISE ENERGETICA BRASILEIRA, 2015).

No campo econômico-político, existem incertezas relacionadas à disponibilidade de reservas, no futuro, de combustíveis fósseis, e unindo a algumas instabilidades políticas, acabam influenciando na alta dos preços da eletricidade produzida a partir destes combustíveis. Mesmo para o Brasil, que produz boa parte de sua eletricidade a partir de fontes renováveis, existe uma instabilidade no preço da energia, que sofre alteração de acordo com a disponibilidade da fonte utilizada, que no caso são os níveis de água nos reservatórios (BENEDITO, 2009).

Nas principais concentrações urbanas, boa parte do potencial hidráulico já foi aproveitado, exigindo desse modo investimentos na expansão das redes de transmissão e distribuição, o que conseqüentemente contribui para o aumento nos custos da geração de energia elétrica. É neste contexto que a expansão de outras fontes renováveis, como a energia solar e a energia eólica devem ser inseridas (TORRES, 2012).

O Brasil destaca-se neste setor por ter características naturais totalmente favoráveis para a produção de energia solar, não apenas na insolação média que supera países como a própria Alemanha, forte produtora de energia solar. Mas também, destaca-se pelas reservas de quartzo que possui, mineral este utilizado para produzir o silício, importante matéria-prima na fabricação das células e módulos solares (MME, 2012).

Segundo Barros (2014), a comercialização de sistemas fotovoltaicos iniciou-se no Brasil no final da década de 1970, na área de telecomunicações, com a produção de módulos a partir de células importadas dos EUA. Quando reestruturaram o setor elétrico, o mesmo estabeleceu regras de operação baseadas na modicidade tarifária. Este modelo está relacionado com a intenção de favorecer o equilíbrio, mediado pelas agências reguladoras, entre as distribuidoras e seus investimentos juntamente com uma prestação de serviço de menor custo.

Similar ao ocorrido nos EUA e em outras regiões, o setor elétrico brasileiro passou também por uma reestruturação a partir de 1996. Houve uma desverticalização das empresas de energia, em que boa parte delas foram privatizadas. A estrutura de mercado atual é a de modelo atacadista de competição para grandes consumidores. O regime regulatório de custo do serviço foi substituído pela tarifação por incentivos com base no regime do preço-teto (BARROS, 2014).

Com o novo regulamento, houve também a necessidade de se criar uma agência reguladora para o setor, surgindo então a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que conta com autonomia decisória e financeira em relação ao poder executivo.

A Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE (2017), sintetizou as principais características do setor pós-reestruturação:

- Desverticalização da indústria de energia elétrica, com segregação das atividades de geração, transmissão e distribuição;
- Coexistência de empresas públicas e privadas;
- Regulação das atividades de transmissão e distribuição pelo regime de incentivos, ao invés do “custo do serviço”;
- Planejamento e operação centralizados com regulação federal;
- Concorrência na atividade de geração para novos empreendimentos;
- Coexistência de consumidores cativos e livres;
- Livres negociações entre geradores, comercializadores e consumidores livres;
- Leilões regulados para contratação de energia para as distribuidoras, que fornecem energia aos consumidores cativos;
- Preços da energia elétrica (*commodity*) separados dos preços do seu transporte (uso do fio);
- Preços distintos para cada área de concessão, em substituição à equalização tarifária de outrora;
- Mecanismos de regulação contratuais para compartilhamento de ganhos de produtividade nos setores de transmissão e distribuição.

De acordo com Barros (2014), no Brasil a estrutura de mercado e modelo regulatório são únicos e compartilhados pelas 64 distribuidoras do setor elétrico. Em relação aos EUA, onde convivem diferentes estruturas de mercado e modelos regulatórios

para 3269 concessionárias, o contexto de operação das empresas é muito mais simples. A introdução de inovação no setor elétrico brasileiro depende em muito do planejamento e estratégia federal além da coordenação da ANEEL que atua buscando o alinhamento dos interessados.

2.2 Participação do poder público e alguns destaques no setor fotovoltaico brasileiro

Na tentativa de proporcionar ao Brasil avanços no setor energético e reduzir o problema da falta de acesso a energia que afetava boa parte da zona rural do país, o governo tratou de criar iniciativas, que acabaram envolvendo a produção de energia fotovoltaica. Uma vez que o modo convencional de distribuição de energia conseguia atender mais as zonas urbanas, a zona rural não tinha para onde recorrer a não ser passar a produzir sua própria energia, e foi isto que aconteceu.

Entre estas iniciativas, pode-se citar o Programa Luz Solar, desenvolvido em Minas Gerais; o Programa Luz do Sol, na Região Nordeste; e o Programa Luz no Campo, de dimensão nacional. Porém, a primeira iniciativa que efetivamente incorporou o uso da energia solar fotovoltaica em âmbito nacional foi o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – PRODEEM, criado em 1994, sendo considerado um dos maiores programas de eletrificação rural utilizando sistemas fotovoltaicos nos países em desenvolvimento (VARELLA et al., 2008).

O PRODEEM promoveu a aquisição de quase 9 mil sistemas fotovoltaicos através de licitações internacionais, o que foi instalado equivaleu a 5MWp em aproximadamente 7 mil comunidades pelo Brasil, durante os anos de 1996 a 2001. As principais regiões beneficiadas foram a região norte e nordeste do país (TORRES, 2012).

Desde 1994 nada mais além do PRODEEM havia sido executado, foi quando em 2002, através da Lei no 10.438, revisada pela Lei no 10.762, de novembro de 2003, foi estabelecido sob responsabilidade do Ministério de Minas e Energia – MME o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, considerado o maior programa brasileiro de incentivo as fontes alternativas de energia elétrica (VARELLA et al., 2008).

Esta lei trouxe esclarecimentos sobre a utilização dos recursos da Reserva Global de Reversão, sendo este um fundo destinado ao fomento à energia solar, ao qual subsidiou o programa Luz para Todos, iniciado no ano de 2004. Porém, nada mais além disso

esclareceu esta lei, havendo então toda regulamentação sobre a geração e comercialização de energia fotovoltaica sido deixada para outro momento. As razões de ainda não ser incluída dizem respeito ao elevado custo desta tecnologia para incluí-la no Sistema Interligado Nacional, fazendo-a mais competitiva apenas nas regiões isoladas onde ela foi aplicada (GALDINO; LIMA, 2002).

Com o propósito de melhorar a imagem das fontes alternativas renováveis de energia, foi colocado em pauta no ano de 2007 o Projeto de Lei Federal no 1563/07, para que estas fontes deixassem de ser vistas como marginais e para serem vistas como essenciais para o suprimento de energia elétrica no Brasil. Este projeto poderia criar programas que promovessem o uso de fontes renováveis alternativas para geração de energia elétrica, a universalização do fornecimento, a geração distribuída e a racionalização energética. Porém, o projeto acabou sendo esquecido, tentando-se voltar a discussão em 2011, também sem sucesso (VARELLA et al.; 2008).

No final de 2008, duas importantes iniciativas foram tomadas pelo governo federal, permitindo uma maior discussão sobre a energia solar fotovoltaica no país. Foi criado, no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) o GT – GDSF (Grupo de Trabalho de Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos) através da Portaria nº 36/2008, com a finalidade de elaborar estudos, propor condições e sugerir critérios destinados à elaboração de uma proposta de política de utilização da energia solar fotovoltaica conectada à rede, especialmente em edificações urbanas (JANNUZZI, 2009).

A outra iniciativa partiu do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), que encomendou um estudo ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), cujo objetivo era traçar recomendações para a formulação e implantação de políticas que incentivassem a inovação tecnológica e a participação industrial do Brasil na produção de silício de grau solar e de energia solar fotovoltaica, no horizonte de 2010-2025 (JANNUZZI, 2009).

No âmbito governamental, deve-se também destacar o Plano Brasil Maior, lançado pelo Governo Federal em agosto de 2011, visando orientar políticas de desenvolvimento industrial que melhorem as condições competitivas do País. Nesse Plano, a dimensão estruturante das diretrizes setoriais contempla a Cadeia de Suprimentos em Energia, na qual se prevê o desenvolvimento de fontes renováveis, abrangendo a energia eólica e solar (MME, 2012).

A ANEEL efetuou e estudou propostas para redução das barreiras de acesso aos sistemas de distribuição por parte dos pequenos geradores. Esse processo incluiu a

realização da Consulta Pública no 15/2010, finalizada em 09 de novembro de 2010, e da Audiência Pública no 042/2011, finalizada em 14 de outubro de 2011, eventos estes que propiciaram a ANEEL receber contribuições de diversos agentes, incluindo representantes das distribuidoras, geradoras, universidades, fabricantes, consumidores, comercializadores, empresas de engenharia e demais instituições interessadas no tema.

O termo deste processo se deu com a publicação a Resolução Normativa nº 482, de 17/04/2012, e posteriormente atualização com a Resolução Normativa nº 687 de 2015 que estabeleceu condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração.

Esta resolução buscou reduzir as barreiras regulatórias existentes para conexão de geração de pequeno porte disponível na rede de distribuição, a partir de fontes de energia incentivadas, bem como introduzir o sistema de compensação de energia elétrica, chamado de *net metering*², além de estabelecer adequações necessárias nos procedimentos de distribuição (ANEEL, 2016).

Até 2012 então, existiam apenas sistemas de geração de energia desconectados da rede, onde o uso de bateria era necessário para assim poder armazenar a energia produzida. Foi um período de adaptação e conhecimento tanto do regulamento, quanto das possibilidades e oportunidades que se abriam para investir neste setor, período este que perdurou até 2015 com a revisão do regulamento como citado anteriormente (BLUESOL, 2017).

Com o regulamento autorizado a partir de 2015, surgiram alguns benefícios que contribuíram também para a difusão de informações e alavancagem do setor, tais como a permissão do Confaz para que os estados isentem a cobrança do ICMS na geração distribuída. Atualmente 23 estados e o Distrito Federal já aderiram a este programa de isenção, com isso permitiu-se que o resultado do investimento seja alcançado em menos tempo pelo consumidor, investidor e gerador da própria energia. Além disso, foi autorizado também a isenção do PIS e COFINS, e com isso, as oportunidades cresciam para novos projetos fotovoltaicos no país (ANEEL, 2015).

Com os leilões de energia de reserva ocorridos em 2014 e 2015, iniciou-se assim as primeiras participações e contratações de energia solar em nível nacional. Este importante movimento trouxe especulação e interesse internacional pela indústria solar brasileira, permitindo assim a inserção dos primeiros investimentos na cadeia produtiva do negócio no país. Estes investimentos estrangeiros estão permitindo criar no Brasil uma cadeia

² *Net metering*: “sistema que permite que a energia excedente gerada pela unidade consumidora com micro e minigeração seja injetada na rede da distribuidora, a qual funcionará como uma bateria, armazenando esse excedente”. (PORTAL SOLAR, 2017)

produtiva, ainda que tímida, mas aos poucos capaz de abastecer a demanda, tanto na geração descentralizada que são as fazendas solares, quanto na geração distribuída, presente em áreas menores, principalmente nas zonas urbanas (BLUESOL, 2017).

Abaixo seguem alguns dos principais pontos da Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015, promulgada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que esclareceram sobre a geração, distribuição e consumo da geração de energia fotovoltaica além de outros pareceres (ANEEL, 2015).

- A micro geração distribuída é aquela com potência igual ou menor que 75 kW, focada mais no consumo das residências e empresas de pequeno porte.
- A mini geração distribuída será qualificada quando a potência instalada for maior que 75 kW e menor que 5 MW. A mini geração é aplicada principalmente para condomínios, cooperativas, associações, geração remota, empresas de médio e grande porte.
- O autoconsumo remoto, onde pessoas de mesma titularidade, com distinção de localização da unidade geradora e unidade consumidora podem usufruir da energia gerada.

Outros esclarecimentos que a resolução trouxe foi a respeito dos prazos de tramitação dos pedidos e conexão com o Sistema Interligado Nacional (SIN) de energia por intermédio das distribuidoras, em que após a resolução há demonstrações de esforços para que o período de espera possa ser reduzido em até 50%, além da padronização dos formulários e monitoramento e submissão dos novos pedidos pela internet. Isto facilita o acompanhamento de todo o processo bem como a celeridade do retorno financeiro esperado para o consumidor, gerador da própria energia (ANEEL, 2015).

A norma foi atualizada também no sistema de compensação. Este sistema não prevê a venda de energia por parte do consumidor, mas sim o armazenamento de créditos energéticos por um período que antes era de 36 meses e a partir de 2016 passou a ser de até 60 meses após a data do faturamento, não fazendo jus o consumidor a qualquer forma de compensação após o seu vencimento. Ou seja, o foco da regulamentação não é a criação de micro usinas de venda de energia elétrica, mas sim a possibilidade de o consumidor ser também gerador da própria energia (ANEEL, 2015).

Ainda em 2012, a ANEEL publicou a resolução 481, pela qual ficou estipulado, para a fonte solar com potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição menor ou igual a 30 MW, o desconto de 80% (oitenta por cento) para os empreendimentos que entrassem em operação comercial até 31/12/2017, aplicável nos 10 (dez) primeiros anos de

operação da usina, nas tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, sendo esse desconto reduzido para 50% (cinquenta por cento) após o décimo ano de operação da usina.

Além disso o BNDES também disponibiliza financiamento para instalações de projetos de eficiência energética em até 80%, definindo também a mesma porcentagem para programas de iluminação pública eficiente (BNDES, 2016). Em maio de 2017 o BNDES anunciou a aprovação do primeiro financiamento de um projeto para geração de energia solar. Sendo este um empréstimo que ultrapassa R\$ 500 milhões de reais e consistirá na construção de um complexo solar no estado de Minas Gerais, na cidade de Pirapora. No complexo 5 usinas fotovoltaicas serão construídas com uma potência total instalada de 150 MW, gerando energia para atender a uma demanda de quase 200 mil residências (AGENCIA BRASIL, 2017).

Outra novidade foi o lançamento que o Banco do Brasil fez em 2017 do Programa Agro Energia que visou apoiar a produção de energia limpa e renovável em atividades do agronegócio. A estimativa foi de liberar até R\$ 2,5 bilhões ainda em 2017 para esta finalidade. Esta iniciativa objetivou não só atender a empresas, mas também a cooperativas e pessoas físicas envolvidas no agronegócio (BB, 2017).

Observando os países que impulsionaram o desenvolvimento fotovoltaico no mundo, permite dizer que, apesar de motivados por questões comuns, cada país fez a opção por adotar seu próprio sistema de incentivo, que converge para a obrigatoriedade, por parte das concessionárias em adquirir a energia gerada a partir de sistemas fotovoltaicos ou através de outras fontes renováveis (TORRES, 2012).

2.3 Pontos críticos que embaraçam o sucesso da energia fotovoltaica no Brasil

Com a posse de uma das maiores reservas de silício do mundo, ainda falta no Brasil tecnologia para beneficiar tal matéria prima, afim de que o silício atinja a pureza necessária para a fabricação de células fotovoltaicas. Hoje o país atua apenas como exportador do silício metalúrgico, de baixo valor agregado. Caso o beneficiamento ocorresse em solo brasileiro, os custos seriam mais competitivos em relação aos demais países que possuem uma cadeia produtiva para a fabricação dos módulos solares (TORRES, 2012).

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção de silício de grau metalúrgico. Entretanto, o silício usado para células de silício cristalino, que compõem os módulos

fotovoltaicos, é o silício de grau solar que tem valor agregado 100 vezes maior que o metalúrgico. Atualmente, o Brasil não detém a tecnologia e o processo produtivo de purificação do silício metalúrgico ao grau solar e não há produção de células de silício cristalino ou filme fino. (BARROS, 2014).

Segundo Barros (2014) o desenvolvimento da cadeia produtiva local para equipamentos de energia solar fotovoltaica é essencial para a competitividade desta fonte. A ausência de demanda expressiva por módulos e componentes fotovoltaicos é visto como a principal barreira à instalação de plantas dedicadas à sua fabricação. Adicionalmente, a estrutura tributária, os custos de transação da economia brasileira, custo do crédito e a falta de políticas microeconômicas voltadas ao incentivo desta indústria são outros empecilhos ao desenvolvimento da cadeia FV.

Barros (2014) ainda descreve que o problema é que a produção nacional não consegue atingir os níveis de preços praticados pelos fabricantes asiáticos que detém ganhos de escala e escopo derivados da verticalização do processo produtivo. Portanto, em se tratando da cadeia produtiva de módulos fotovoltaicos, o Brasil só está presente nas extremidades da cadeia: produção de silício metalúrgico, na montagem de módulos e nas indústrias de suporte.

Barros (2014) ainda cita que a produção dos demais componentes do sistema fotovoltaico, que incluem cabos, fios, proteções, antenas, chicotes elétricos e estruturas é quase totalmente feita no Brasil, uma vez que seus produtos não são manufaturados exclusivamente para a indústria fotovoltaica. Entretanto, há algumas adaptações requeridas para o uso final da geração fotovoltaica. Devido à baixa demanda, a manufatura destes produtos é quase toda feita fora do país. Portanto, mesmo neste segmento, há espaço para desenvolvimento local.

Mesmo sendo um desenvolvimento necessário para a cadeia produtiva do silício no país, é importante avaliar se os custos compensariam diante da oferta de módulos solares, oferecidos hoje no mercado, produzidos na China com baixa custo. Além disto, em se tratando de uma nova tecnologia e um novo modelo de negócio, sob a ótica do investidor sua introdução no mercado embute níveis de risco e custos superiores aos observados nas tecnologias atualmente em uso comercial (MME, 2012).

Além da ausência da cadeia produtiva, pode-se citar também, de acordo com Costa (2015), que ainda faltam mais opções de linhas de crédito para financiamento com juros baixos destinados principalmente para a geração de energia fotovoltaica nas residências. Pelo fato de ter um valor de investimento alto, acaba limitando para algumas classes sociais

de fazer este tipo de investimento na aquisição e as opções de financiamento existentes se restringirem mais para pessoas jurídicas. Quando há uma linha de crédito, a mesma não ser ofertada com baixo custo para a população, ou seja, o cenário poderia melhorar se estes sistemas pudessem ser fornecidos por meio de uma linha de financiamento com juros mais baixos.

Encara-se como uma desvantagem, ou mesmo uma objeção para a compra de tecnologia enquanto ainda existe estas restrições para contratação de linhas de crédito voltadas para a compra e instalação de sistemas fotovoltaicos.

Além de opções mais específicas de financiamento, cita-se também a possível redução de impostos dentro da cadeia produtiva. Existem reduções e isenções de impostos como o ICMS, porém isso ainda não é uma realidade em todos os estados brasileiros. Há estados cuja importância no processo produtivo e de grande participação do PIB brasileiro que ainda não aderiam às isenções oferecidas pelo Confaz, tais como: Amazonas, Paraná, e Santa Catarina, além do próprio incentivo à estruturação da cadeia produtiva, e, como visto anteriormente, a mesma não existe no Brasil. Um outro incentivo é incluir, entre as justificativas para saque do FGTS a compra de equipamentos bem como o aumento de veiculação de propaganda institucional e instrucional sobre benefícios e vantagens da tecnologia solar (COSTA, 2015).

Atualmente o saque do FGTS não é possível devido o referido benefício só poder ser resgatado mediante alguns motivos específicos tais como, catástrofes naturais, alguns tipos de doenças além de financiamento imobiliário. Em análise na área legislativa do país estão alguns projetos que visam propor leis que autorizem o uso do FGTS para financiar sistema solar (BLUESOL, 2017).

Este tópico não pode ser encerrado sem falar que um dos possíveis motivos da não descentralização da geração de energia parte também das distribuidoras nacionais, todas elas privadas. Conforme Costa (2015) o processo existente para a instalação de um projeto gerador de energia FV precisa ser antecedido por análise de técnicos até findar na conexão com a rede elétrica. São as distribuidoras que administram todo este processo após o consumidor peregrinar um burocrático caminho, repletos de guias e autorizações para que o projeto, enfim, seja executado. Quanto a esta desburocratização, o governo já tem facilitado por meio de solicitações, pedidos e acompanhamentos via internet além dos prazos de conexão com a rede sendo reduzidos, conforme já visto anteriormente.

2.4 Proposta de crescimento: os incentivos.

Antes de tudo, entende-se que para inserir a energia solar na matriz energética brasileira é necessária a existência de uma robusta cadeia produtiva e de viabilidade econômica dessa fonte. Sem estes dois fatores, o crescimento das instalações dos projetos fotovoltaicos fica prejudicado, além de se propor uma verticalização do setor, diminuindo o *lobby* das concessionárias de energia sobre o processo de instalação e o próprio incentivo governamental por meio de uma legislação mais específica à geração de energia solar além do favorecimento para a disseminação de informações (VIEIRA; CABRAL, 2012).

Vieira e Cabral (2012), afirmam a respeito da viabilidade econômica que a existência de um mercado competitivo estimulará a queda nos preços dos sistemas de produção de energia solar, de modo que se busque criar novas tecnologias que, sob o viés econômico e ambiental, tornam a produção energética mais eficiente, minimizando a poluição e os impactos ambientais. Sabe-se que estimular um mercado competitivo envolve a existência de uma cadeia produtiva eficiente, a produção em larga escala e conseqüentemente uma paridade dos valores de concessão das energias produzidas pelo método solar e o convencional.

Segundo Januzzi (2009) com a possível redução dos custos de tecnologia solar fotovoltaica no mundo e concomitantemente o aumento das tarifas de eletricidade no país, a paridade total das matrizes de energia poderá ocorrer até o ano de 2020. Assim, na medida em que se obtêm avanços tecnológicos e um mercado mais competitivo, os custos tendem a diminuir, visando no futuro à perspectiva de que a energia solar possa concorrer com os preços de fontes de geração de energia impactantes ao meio ambiente, como as oriundas de combustíveis fósseis.

Propor caminhos para expansão dessa fonte de energia implica em considerar desafios que dificultam a ampliação da energia solar. Nesse aspecto, não se pode negligenciar o elevado custo da tecnologia e a questão da variação da incidência da radiação solar durante o ano. Por exemplo, no inverno e em dias nublados, normalmente, a radiação solar diminui e a capacidade de armazenamento desse tipo de energia é um fator que ainda está se desenvolvendo, o que coloca em dúvida a eficiência dos sistemas de produção de energia solar no período de baixa radiação (VIEIRA; CABRAL, 2012).

No entanto, estes não podem ser um argumento limitador da utilização dessa técnica, pois a energia gerada é proveniente de matéria-prima gratuita e extremamente abundante no país, onde o sol aparece em média 280 dias por ano (ORTIZ, 2005, apud VIEIRA; CABRAL, 2012). Vale salientar que a descoberta de métodos e equipamentos

mais avançados, além de investimentos direcionados ao setor, poderão tornar o recurso solar uma das fontes energéticas mais favoráveis para o uso racional da energia e desenvolvimento sustentável

A participação da energia FV em leilões de energia é outra forma de incentivo regulatório. A vantagem desta forma de viabilização é a efetiva garantia de que projetos de médio/longo prazo sejam efetivamente contratados. Mesmo que não voltada à geração distribuída, esta participação incentiva investidores a realizar estudos, projetos e propostas, propiciando a crescente participação da energia solar na matriz elétrica brasileira (BARROS, 2015).

Em 2014 foi realizado o primeiro leilão específico de energia solar no Brasil no estado de Pernambuco. O leilão estadual foi voltado à contratação para o mercado livre com preço máximo de R\$ 250 por MWh. Ao todo 36 empreendimentos foram inscritos com 1040 MW de potência instalada. Foram contratados 122 MW ao preço de R\$228,36 o MWh (BARROS, 2015).

Para Cabral e Vieira (2012) é fundamental também que façam investimentos nas indústrias do setor solar para planejar e executar projetos que alcancem também a população de baixo poder aquisitivo, possibilitando a expansão da energia solar, principalmente nas localidades isoladas e moradias em estado de pobreza e sem acesso à energia. E, considerando que a falta de energia é um fator que acentua a baixa qualidade de vida, o alcance de eletricidade nessas áreas através da energia solar é um fator que pode colaborar para erradicação da pobreza.

As boas práticas e parcerias entre nações também são importantes no intuito de colaborar para o desenvolvimento e transferência de tecnologias ambientais mais eficazes, de maneira que se alinhem as necessidades de consumo e produção com o uso sustentável dos recursos naturais, se amplie a utilização de fontes renováveis de energia, proporcionando uma coesão entre diversos países para práticas mais ecológicas (VIEIRA; CABRAL, 2012).

Os principais mecanismos de incentivo ao aproveitamento energético de fontes renováveis o sistema de cotas, pelo qual as distribuidoras de energia elétrica são obrigadas a atender parte de seu mercado com fontes renováveis, e o sistema de preços, chamado de *feed in tariff*, pelo qual a geração por fontes renováveis é adquirida a preços diferenciados. No sistema de preços, tal como praticado em países europeus, toda a energia produzida pela fonte incentivada é medida e remunerada a preços diferenciados. Em outras regiões, como proposto recentemente na Califórnia, apenas a parcela da energia exportada para a concessionária é medida e remunerada (*net metering e net billing*) (MME, 2012, p. 37).

Sendo assim, é importante salientar que uma política pública bem elaborada é um fator instigador de desenvolvimento sustentável, razão que fornece subsídios para a elaboração de uma política pública voltada para o segmento de geração fotovoltaica, simulando impactos da adoção de medidas distintas que impactam de forma direta a atratividade do setor do ponto de vista do investidor (VIEIRA; CABRAL, 2012).

Quando se trata de incentivos fiscais, hoje já são praticados em alguns estados a isenção do ICMS na compra dos insumos necessários para a instalação de um sistema gerador de energia solar. Em 2015 o Conselho da Fazenda (ConFaz) editou um Convênio (16/2015) para o ICMS (Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços) que incide sobre a geração de eletricidade do mini e micro gerador. Definiram que a partir de 27 de abril de 2015, os estados interessados em incentivar a energia solar poderiam isentar o cidadão que optar por gerar sua própria energia de pagar o imposto (O PROGRESSO, 2015).

3 – METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Utilizou-se nesta pesquisa tanto a literatura como a legislação que abordam pontos fundamentais sobre o desenvolvimento e aplicação da energia fotovoltaica, no intuito de analisar como se deu o desenrolar deste setor nos últimos anos, principalmente no Brasil.

Tratando-se de uma área de interesse global, o setor de energia torna-se um campo amplo de exploração e área para utilização da metodologia científica, caracterizando-se por uma pesquisa social, cujo propósito de obter novos conhecimentos no campo da realidade social, atende ao objetivo desta pesquisa. E no campo da pesquisa social, a abordagem desta pesquisa encaixa-se no nível descritivo, o qual segundo Gil (2008), tem como objetivo primordial descrever características da população ou fenômeno para estabelecer as relações que existem entre as variáveis.

Outro método usado neste trabalho para levantar os dados, bem como elaborar a parte descritiva e analítica desta pesquisa foi por meio de um delineamento de pesquisa bibliográfico e documental. Isto se deu pois foram usados materiais já publicados por pesquisadores do setor de energia, trazendo as características de uma pesquisa bibliográfica, mas também se buscou o apoio nas resoluções e normativas do setor elétrico, além das publicações dos resultados obtidos até então, onde analisou-se e interpretou-se de acordo com os objetivos desta pesquisa, caracterizando uma pesquisa documental (GIL, 2008).

A literatura usada na pesquisa proveio de publicações de artigos, teses e dissertações em bases de dados nacionais e internacionais (SciELO, USP, Revista Brasileira de Energia). Além da busca por palavras chaves na temática da geração de energia fotovoltaica com ênfase na geração distribuída.

O principal período analisado foi de 2012 a 2017, quando a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, promulgou a resolução normativa nº 482 de 2012, que estabeleceu condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, além de abordar o sistema de compensação de energia, entre outros direcionamentos.

Abordou-se também outras legislações e programas inerentes ao tema, tais como o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, o PRODEEM de 1994, abordando principalmente sobre a eletrificação rural, abrindo caminho para o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, por meio da Lei nº 10.762 de 2003, vindo dele, por exemplo o Programa Luz para Todos.

Juntamente com a base de dados fornecida pela ANEEL, pesquisou-se também dados publicados pelo próprio Ministério de Minas e Energia – MME, por meio do portal da Empresa de Pesquisa Energética – EPE. A EPE, sendo esta uma empresa pública, vinculada do MME, destina seus estudos e pesquisas relacionadas ao planejamento energético e pública seus resultados por meio de livros e manuais, plano nacional de energia, anuário estatístico de energia elétrica e o balanço energético nacional, entre outras publicações periódicas, por exemplo.

A análise e interpretação dos dados se deu de forma estatística, utilizando médias de crescimento do setor, proporção de aumento, comparações e porcentagens de participação. Os cálculos e gráficos, foram executados com o auxílio do software Excel.

Outras fontes usadas para coleta de dados e informações forem aquelas fornecidas pelas associações e cooperativas do setor como a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR e a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE. Bem como portais de agências de notícias focadas em tecnologia e consumo sustentável como a Ambiente Energia, e empresas do setor fotovoltaico que tem se tornado referência no país como a BLUESOL Energia Solar.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo teve por objeto analisar o desenvolvimento da autogeração de energia elétrica pelo modo fotovoltaico no Brasil, que apresentou acentuado crescimento que ultrapassa 100% ao ano da geração distribuída. Ou seja, da autogeração de energia interligado ao Sistema Interligado Nacional de energia elétrica entre 2012 e 2017.

Segundo Nota Técnica nº 0056/2017 da ANEEL, o número de consumidores com micro ou minigeração distribuída no final de 2016 foi 4,4 vezes superior ao registrado em 2015, mas ainda inferior ao esperado do potencial de expansão do país.

O trabalho abrange o estudo deste trajeto percorrido pela energia solar fotovoltaica no Brasil, no intuito de demonstrar a capacidade do país de sustentar o referido setor econômico, apresentando também as projeções futuras buscando assim, despertar na sociedade o interesse neste respectivo investimento.

3.3 COLETA DE DADOS

O período abordado na pesquisa inicia-se após o ano de 2012, porém com dados mais relevantes após o ano de 2014 quando o mercado de geração de energia fotovoltaica, já adaptado com a nova legislação começa a se expandir e apresentar dados mais satisfatórios. Como apresentado na Figura 4, a evolução da potência instalada, evidencia forte crescimento em 2016, com aumento de 407% em relação a 2015.

Desta forma, para esta coleta usou-se principalmente informações oficiais de órgãos públicos e agências reguladoras como a Empresa de Pesquisa Energética – EPE e pela ANEEL. Algo importante a se destacar que contrasta com estes dados específicos do crescimento da geração de energia solar fotovoltaica, é quando se compara a geração solar fotovoltaica com as demais matrizes elétricas brasileiras, pois unindo geração centralizada e descentralizada de energia solar, não chegam a 1% entre o total de geração elétrica no Brasil.

Na Figura 3, é observada melhor esta comparação pois retrata um setor fotovoltaico com dados que demonstram crescimento, porém, com baixa representatividade entre as demais fontes de energia elétrica. Com isso, se percebe o longo caminho a ser percorrido para que a geração de energia solar alcance destaque junto as demais.

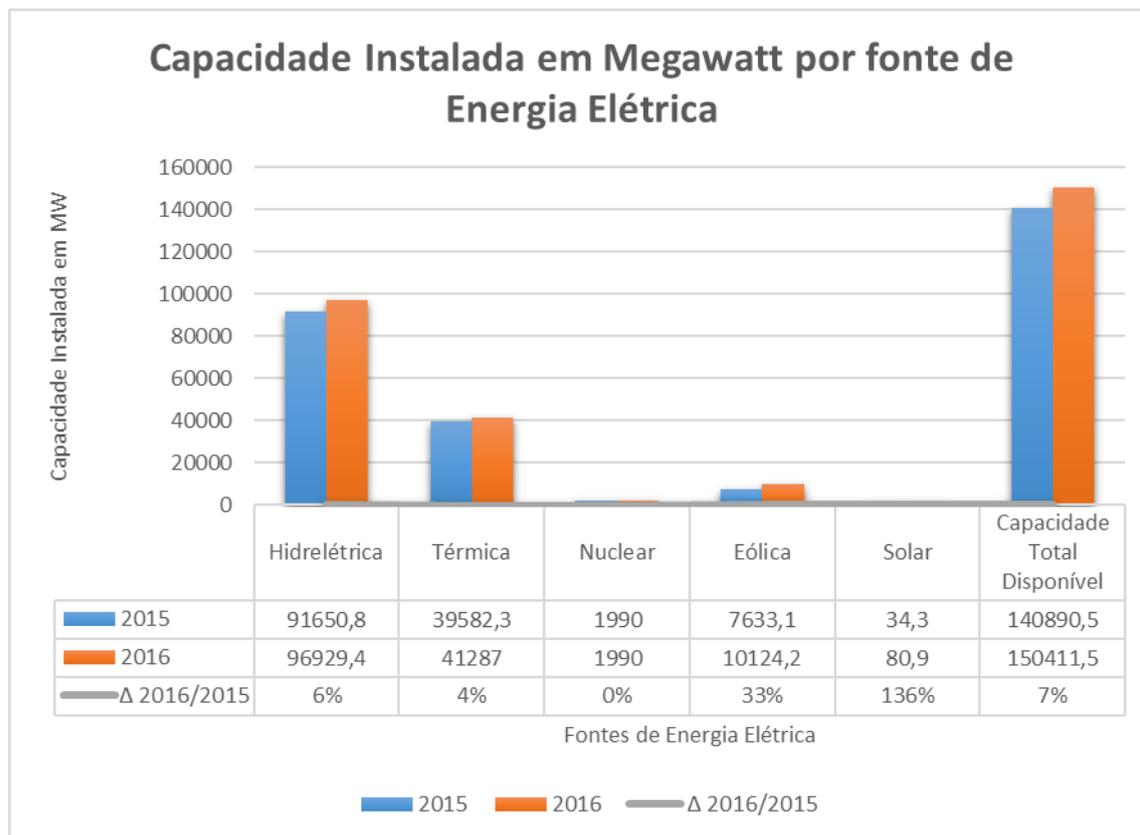


Figura 3 – Capacidade Instalada em MW por fonte de Energia Elétrica dos anos de 2015 e 2016, e a diferença entre eles, representada por Δ.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2017)

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Com base nas informações apuradas foram possíveis verificar a existência de dados atualizados sobre a geração de energia solar fotovoltaica no que tange ao consumo, quantidade e potência instalada, classe de consumidores, participação dos estados, e potencial para crescimento, tendo em vista ainda uma baixa participação em relação as demais matrizes elétricas brasileiras.

Porém, ainda é preciso verificar qual a capacidade do Brasil em sustentar este esperado crescimento, tendo em vista que segundo a ANEEL, a estimativa para potência instalada salte dos atuais 107 MW em 2017, para mais de 3000 MW até 2024.

É importante salientar que nesta expectativa de crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil e América Latina, percebeu-se outras iniciativas que estão surgindo e somam com as unidades que aderiram ao sistema de compensação de energia, no propósito de justamente aproveitar da fonte solar para a geração de energia (NASCIMENTO, 2017).

Entre estas iniciativas destaca-se a inauguração em 2017 do maior parque de energia solar da América Latina instalado no estado do Piauí que com quase um milhão de painéis fotovoltaicos, instalado em 690 hectares, tem a capacidade de produzir 600 GWh de energia anualmente (AMBIENTE ENERGIA, 2017).

Também se ressalta o investimento que o departamento de P&D da Eletrobrás e empresas do grupo pretendem fazer, na ordem de R\$ 100 milhões para instalar painéis solares flutuantes em lagos de reservatórios das usinas hidrelétricas, alguns inclusive já estão instalados nos reservatórios das usinas de Sobradinho (BA) e Balbina (AM), e tem a capacidade de geração de energia de 10MWp (NASCIMENTO, 2017).

Por último, uma agência de energia de Dubai, em outubro de 2017, publicou licitação no valor de US\$ 70 bilhões, cujo propósito foi buscar empresas brasileiras com interesse em apresentar projetos que envolvessem a geração de energia limpa e renovável, energia solar, sustentabilidade no transporte entre outros temas. Enfim, com as informações e outras se pode notar o quanto o mercado de energia está em expansão surgindo como uma excelente oportunidade de negócio (AMBIENTE ENERGIA, 2017).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao apresentar os dados e resultados seguintes, pretende-se demonstrar como se deu o crescimento do setor fotovoltaico no Brasil a partir de 2012, principalmente no que tange ao número de sistemas instalados e a potência instalada, além de tratar a respeito da distribuição das classes consumo na geração distribuída e a participação dos estados brasileiros na geração de energia fotovoltaica.

Além disso, retratar também as projeções do setor divulgadas pelos órgãos responsáveis até o ano de 2024, que segundo a ANEEL, foram pautadas de acordo com a metodologia usada na Análise dos Impacto Regulatório de 2015.

Esta projeção foi limitada apenas à microgeração de energia fotovoltaica, pela mesma ter maior participação de mercado, tendo mais de 90% de usinas conectadas, além de maiores informações disponíveis para realizações de simulações (ANEEL, 2017).

4.1. Sobre a evolução do número de conexões de sistemas fotovoltaicos em geração distribuída, a separação por fonte de energia e da previsão do número de consumidores até 2024.

Entre os anos de 2012 e 2015, as fontes renováveis de energia, que usam sistema de geração distribuída, praticamente permaneceram estacionadas no que diz respeito ao crescimento, pois apresentava uma diferença insignificante como demonstram os dados da Figura 4. A partir de 2015, com a atualização da resolução normativa nº 482 de 2012, esta inércia teve seu término e o setor fotovoltaico começou a ter mais expressividade demonstrando um crescimento médio superior a 100% ao ano (Figura 4).



Figura 4 – Evolução do número conexões com geração distribuída de dez/2012 a mai/2017
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2017)

Quando se refere a energias renováveis, a fonte solar é a que mais tem alcançado destaque no cenário brasileiro, ultrapassando mais de 10 mil conexões, como observa-se na Figura 5 com dados publicados em maio de 2017 pela ANEEL.

Observando estes dados (Figura 5), sobre a distribuição dos geradores instalados pode-se afirmar que a energia solar fotovoltaica representa 99% do número total de instalações, vindo em seguida a fonte eólica. A fonte eólica é tão importante quanto a solar, mas é perceptível que a facilidade, viabilidade e custo para instalação de sistemas para geração solar acabam fazendo esta fonte de energia renovável se destacar em relação à solar, bem como as demais também.

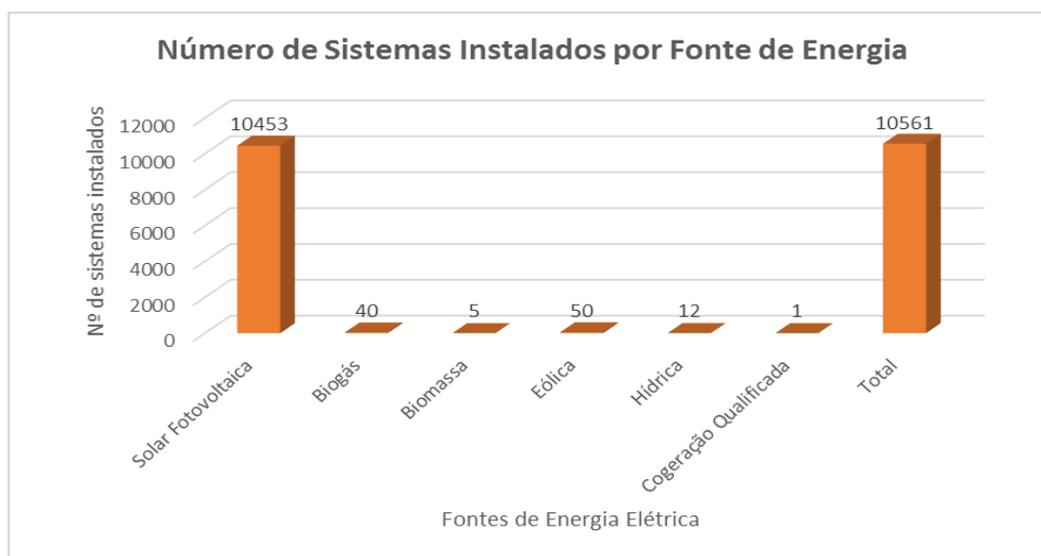


Figura 5 – Número de Sistemas Instalados por Fonte de Energia até 23/05/2017

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2017)

Comparou-se os dados de maio de 2017 com os de dezembro de 2017. Tais dados são gerados periodicamente pela ANEEL em seu portal. Estes dados são recebidos através da modalidade de registro de Centrais Geradoras de Capacidade Reduzida. Nesta central, as distribuidoras de energia têm até o dia 10 de cada mês para inserir os dados das usinas que entraram em operação até o último dia do mês anterior.

De maio a dezembro de 2017, o número de usinas solares com geração distribuída cresceu em 10.508 unidades no Brasil, pois, segundo ANEEL (2017), em dezembro o número de sistemas fotovoltaicos somavam 21.069 unidades, portanto um aumento de 99% em números totais nestes 7 meses.

Quando a ANEEL projeta o crescimento do setor elétrico fotovoltaico até o ano de 2024, usa-se como projeção a Análise de Impacto Regulatório (AIR) que se trata de um processo onde informações são coletadas a respeito da necessidade e consequências ocasionadas pelo regulamento proposto, e a partir disso analisar os benefícios potenciais e

custos estimados buscando assim entre as alternativas encontradas aquela mais benéfica para a sociedade.

Caso esta projeção da Figura 6 se concretize, o Brasil terá até o fim de 2020 em torno de 174 mil sistemas instalados no país, isso representa em torno de 0,21% das unidades consumidoras brasileiras passíveis de se adquirir sistema em geração distribuída segundo a Bluesol (2017). Seguindo esta linha de crescimento, projeta-se também atingir um resultado de sistemas instalados superior a 886 mil, isto representa um crescimento médio de 60% ao ano.

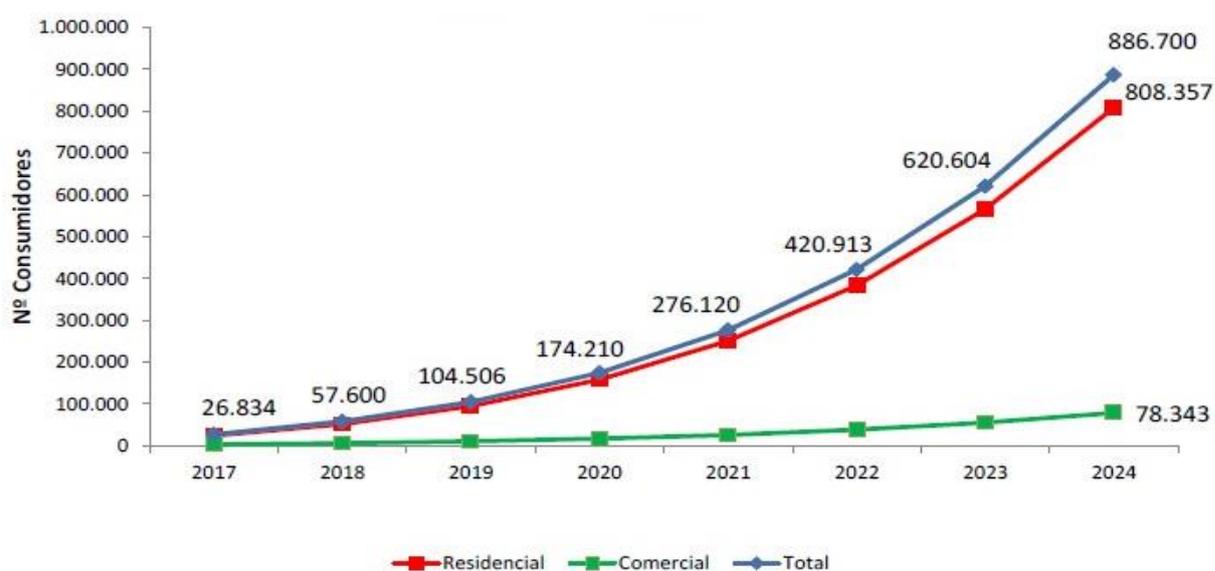


Figura 6 – Projeção do número de consumidores microgeradores de energia fotovoltaica para o Brasil até 2024.

Fonte: Nota Técnica 0056/2017 ANEEL, página 8.

A Aneel nesta análise considerou a instalação de sistemas de 3kWp para os consumidores residenciais e para os consumidores comerciais 10kWp, baseando-se na potência média que foi instalada a partir da resolução de 2012, também nas tarifas de cada distribuidora e com uma premissa de bandeira amarela para todo período projetado.

E como já se nota hoje que a quantidade de sistemas instalados em residências é a superior entre as classes de consumo, a estimativa é que isto se repita nos próximos anos, onde as residências corresponderão por 91% do total nacional contra somente 9% de sistemas comerciais. Por se tratar de números absolutos, existe o risco do não atingimento do mesmo, mas não se pode negar a clara tendência de um acelerado crescimento demonstrado no gráfico exposto na Figura 6.

4.2. Sobre a evolução da potência em megawatt, a capacidade gerada por matriz elétrica na geração distribuída e da previsão de potência instalada em megawatt para as classes residenciais e comerciais até o ano de 2024.

Analisando a evolução da potência total instalada que é apresentada na Figura 7, pode-se dar destaque há alguns picos de crescimento, como nos dois últimos trimestres de 2013, onde o crescimento foi de 200%, e depois no terceiro trimestre de 2016 que obteve um resultado de 79% de crescimento da potência total instalada de energia fotovoltaica distribuída comparados ao período anterior. De modo geral, o crescimento manteve uma média de 40% por trimestre alcançando assim o total de 114,7 MWp até maio de 2017.

Pode-se deduzir que estes picos de crescimento, tendo em vista a ocasião que ocorreram, se deram pelo fato não somente devido ao crescimento econômico, mas principalmente por serem períodos que seguiram as divulgações e conhecimento das resoluções normativas que regularam o setor da geração distribuída, que foram tratados no decorrer desta pesquisa.

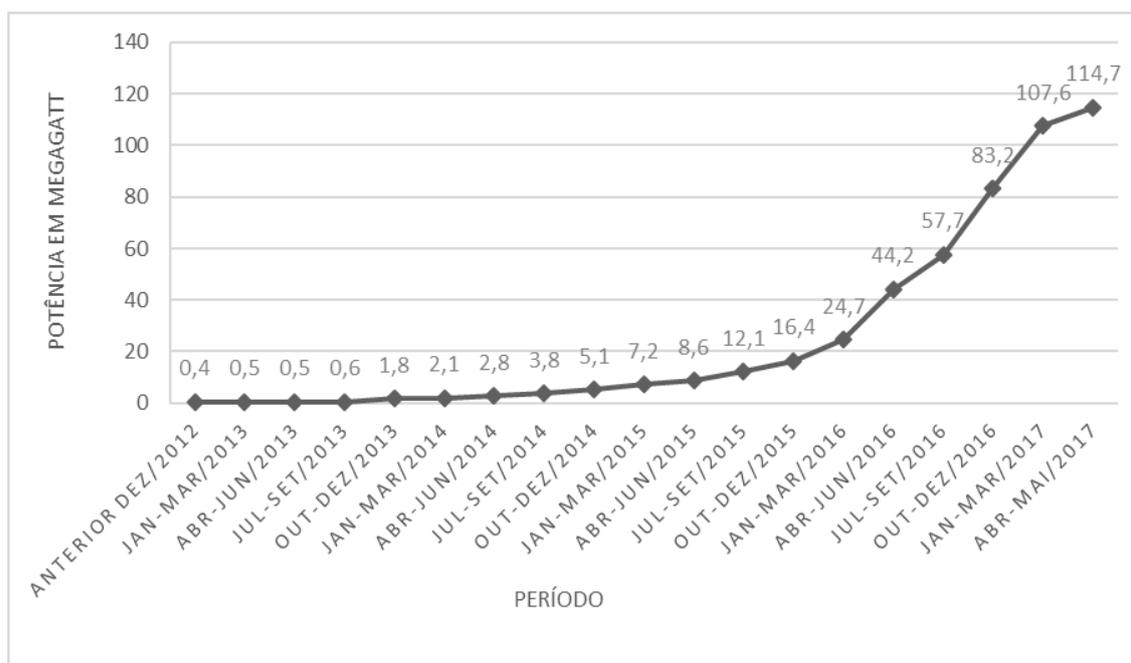


Figura 7 – Evolução da potência instalada na geração distribuída em Megawatt até 23/05/2017

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2017)

Correspondendo a 70% da potência total instalada na geração distribuída e apresentando um valor de 80,7 MWp (Figura 8) a energia solar fotovoltaica demonstrou importante crescimento comparados aos dados do final de 2016 que na geração distribuída gerava 57 MWp, segundo o Ministério de Minas e Energia. Ou seja, um crescimento de

41,5% em 5 meses, uma vez que estes dados analisados foram coletados e publicados pela ANEEL em maio de 2017.

Cabe ressaltar também que nestes dados estão apenas aqueles acerca da geração distribuída, porém, a geração de energia fotovoltaica também abrange o modo de geração centralizada, que se refere a usinas e centrais geradoras de energia solar. Até o final de 2016 a geração centralizada apresentava uma capacidade de 24 MWp, e juntas, geração centralizada e geração distribuída, somavam 81 MWp, representando cerca de 0,05% da capacidade total instalada no país (MME, 2016).

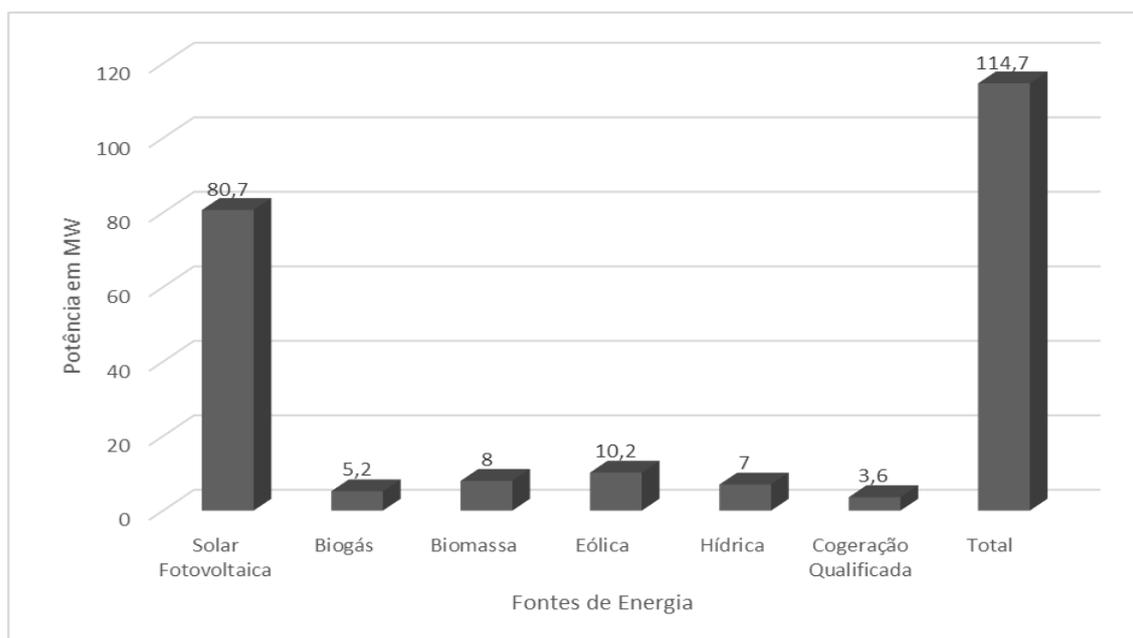


Figura 8 – Potência instalada em Megawatt(MW) por fonte de energia até 23/05/2017.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2017)

Fazendo uma comparação semelhante à realizada no subitem anterior, observa-se que em maio então, a geração distribuída contava com uma capacidade instalada de 114,7 MW e, em 31 de dezembro de 2017, segundo dados da ANEEL (2017), esta capacidade de produção alcançou 250,5 MW.

Com uma análise simplificada se nota um aumento então de 135,8 MW ainda em 2017, ou seja, crescimento de 118,4% neste período de 7 meses, após a publicação desta nota técnica nº 0056/2017 da ANEEL no mês de maio. Isso atinge um incremento médio mensal 17%, confirmando uma tendência à média de 40% ao trimestre como foi visto na Figura 7.

Quando se compara o número de sistemas instalados bem como sua diferença entre consumidores residenciais e comerciais, foi vista anteriormente que esta diferença

ultrapassa 80%. Mas se levar em consideração na mesma projeção, porém agora em relação a potência em MW, a distribuição fica mais equilibrada, significando que mesmo em menor quantidade, a potência gerada por um sistema comercial é superior ao residencial, podendo atingir cerca de 24% do total da potência instalada, conforme apresentada na Figura 9.

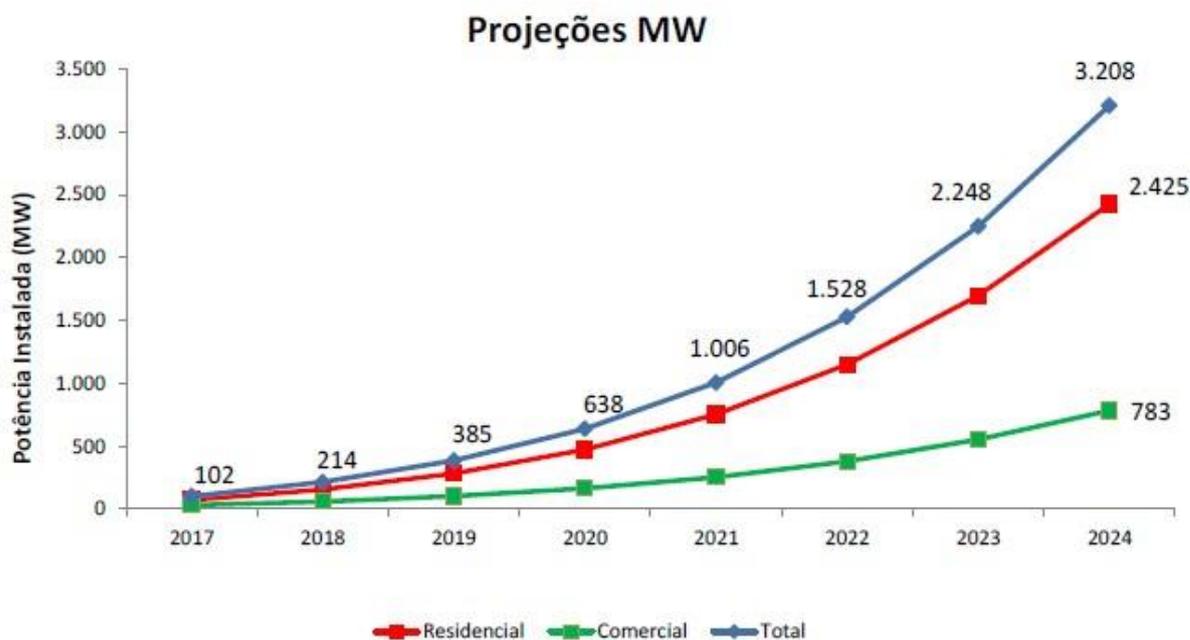


Figura 9 – Projeção da potência instalada em Megawatt (MW) para os setores residencial e comercial até 2024.

Fonte: Nota Técnica 0056/2017 ANEEL, página 9.

Ainda analisando a Figura 9 nota-se que a expectativa demonstrada é um crescimento superior a 3000% nos próximos 8 anos, ou seja, quase 400% de acréscimo por ano na potência gerada. Em 2017, houve uma diferença de 110 MW, pois iniciou-se o ano gerando 100 MW na geração distribuída e o ano conclui com a geração distribuída produzindo cerca de 210 MW segundo dados do site da Aneel coletados em dezembro de 2017, e a expectativa de acordo com a Figura 9 era iniciar 2018 gerando 214 MW, ou seja, pode-se afirmar que a meta estimada foi atingida.

Segundo a EPE (2016) no Plano Decenal de Energia de Expansão de Energia 2026, estima-se em 2026 cerca de 770 mil adotantes de sistemas fotovoltaicos sob o regime da Resolução Normativa 482, totalizando 3,3 GWp, suficiente para atender 0,6% do consumo total nacional.

4.3. Participação das classes de consumo na geração distribuída de energia fotovoltaica.

Sabe-se que a grande vantagem para os consumidores que instalam um sistema de energia solar conectado à rede advém da economia e redução do custo das contas de energia. Os sistemas residenciais fotovoltaicos, atualmente, oferecem um retorno financeiro sob seu investimento muitas vezes acima de investimentos mais comuns existentes no mercado como fundos de renda fixa ou caderneta de poupança (BLUESOL, 2017).

Segundo descreve a ANEEL na Nota Técnica sobre as projeções de geração distribuída publicada em 2017, o payback residencial analisado a partir das distribuidoras que trabalham no país varia entre 5,1 e 10,6 anos e o payback comercial entre 4,1 e 8 anos, propiciando assim a atratividade nestes investimentos.

Essa viabilidade pode justificar, então, os 79% da participação dos consumidores residenciais na geração distribuída, destacando-se entre as demais classes de consumo (Figura 10), pois além do payback médio estar em torno de 5 anos no caso dos sistemas fotovoltaicos, a economia gerada por este sistema dura por pelo menos 25 anos ou mais dependendo da vida útil do sistema.

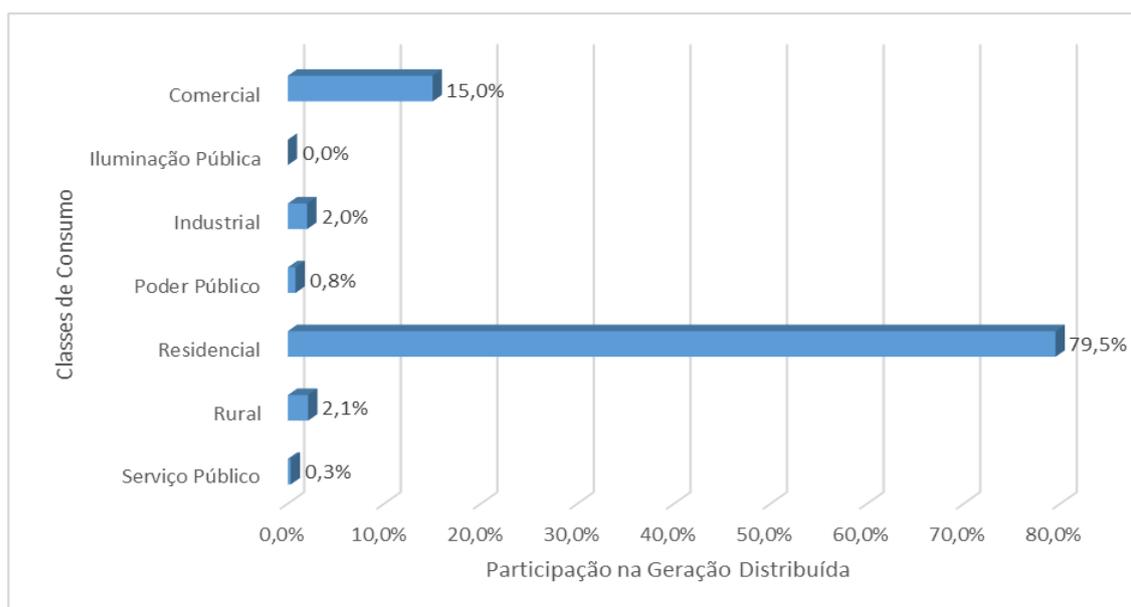


Figura 10 – Participação das classes de consumo na geração distribuída até 23/05/2017

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2017)

Outro item positivo que com a instalação do sistema fotovoltaico, tanto para o proprietário residencial ou comercial, diz respeito à valorização do imóvel. Um sistema instalado e funcionando representa um valor adicional no imóvel, e, seja proprietário ou

inquilino poderão receber os benefícios econômicos proporcionados pelo sistema (SETOR SOLAR, 2017).

Nos EUA, um sistema usado nas residências seguindo uma média, faz o valor do imóvel subir quase 15 mil dólares, para comparar, aqui no Brasil, um sistema de potência 3,6kWp, custa em torno de R\$29 mil reais (BLUESOL, 2017). A família de média ou alta renda sob posse de um imóvel de valor considerável ainda continua sendo o perfil clássico do usuário de energia solar no Brasil e a maior justificativa do investimento se dá pela economia na conta de energia, associados à constante alta dos custos nas tarifas de energia e a queda dos custos da energia solar no Brasil.

Porém, o gráfico exposto na Figura 10 ainda levanta alguns problemas que nos impele a analisar e buscar uma solução, retratados pela baixa participação de classes fundamentais para a economia e estabilidade do país, tais como o serviço e poder público, que representa 1,1%, além do setor rural e industrial que juntos somam 4,1% do total. Estes últimos ainda contam com diversas linhas de crédito que incentivam o investimento, mas ainda permanece tímida esta participação.

4.4. Participação dos estados brasileiros na geração distribuída de energia elétrica fotovoltaica.

Observando as Figuras 11 e 12 a respeito das conexões em cada estado brasileiro, os dados apresentados comprovam este avanço exponencial da geração distribuída no Brasil. Segundo a Aneel, em 2012 haviam 4 conexões registradas no país, e em dezembro de 2017, segundo as Figuras 11 e 12 o número saltou para 19.335 ligações registradas, já a potência instalada corresponde a cerca de 209.483,77 kW, parece uma grande quantidade, mas é o suficiente para apenas abastecer uma cidade com 160 mil residências.

Com base nos gráficos, o estado de Minas Gerais aparece disparado na frente nos demais, seja no número de conexões seja na potência instalada. Minas tem atualmente 4.207 sistemas gerando mais de 45 mil kW de energia. Os estados que seguem não estão na mesma ordem comparando os dois gráficos na Figura 11 e 12.

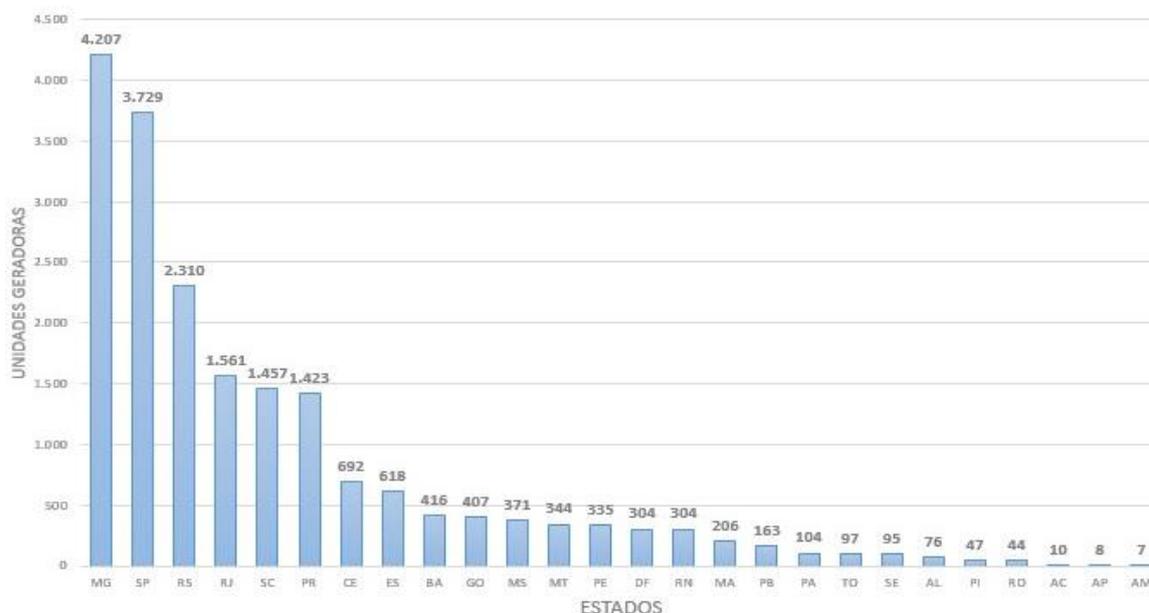


Figura 11 – Número de unidades geradoras de eletricidade através de sistemas fotovoltaicos por estado até dezembro de 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2017)

Respectivamente os cinco estados com maiores números de sistemas instalados após Minas Gerais são: São Paulo, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Paraná. E os cinco maiores produtores de energia, de acordo com a potência gerada após Minas Gerais são: Rio Grande do Sul, Ceará, São Paulo, Rio de Janeiro e Santa Catarina (Figura 12).

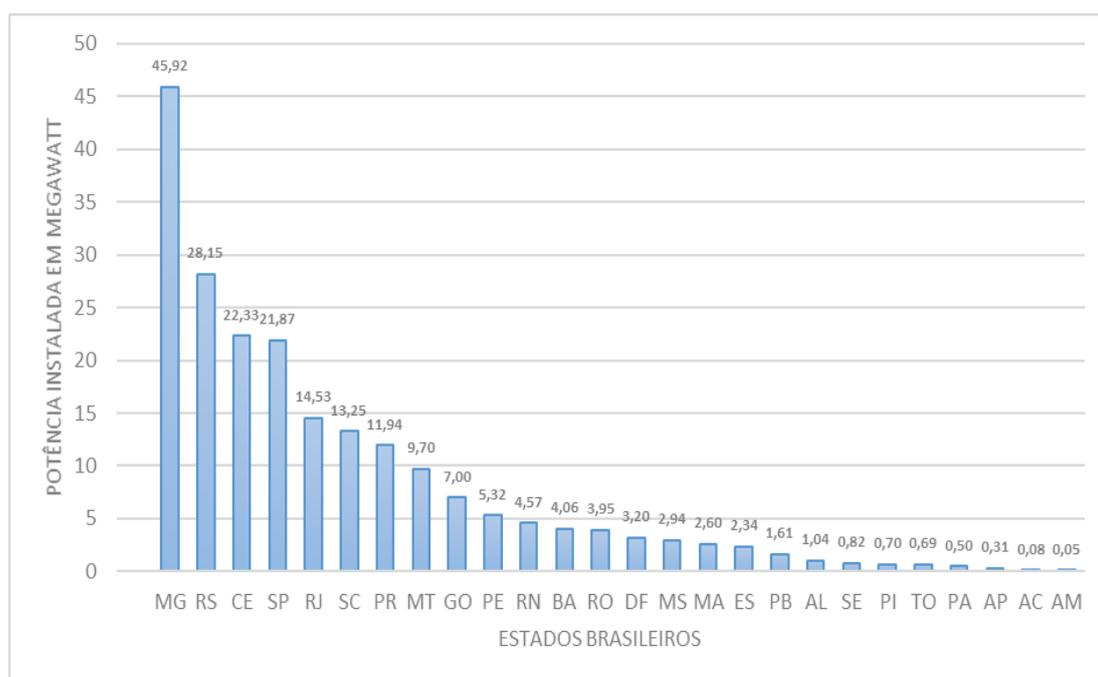


Figura 12 – Potência instalada em megawatt dos sistemas fotovoltaicos por estado brasileiro até dezembro de 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2017)

Na outra extremidade, com as menores representações, estão, Amazonas, Acre e Amapá, possuindo 25 sistemas instalados, gerando juntos 445 kW de energia até dezembro de 2017. Até o momento, 24 estados brasileiros aderiram aos programas de incentivos fiscais para a instalação de micro e mini unidades geradoras. O último estado a aderir ao programa de incentivos fiscais foi o Espírito Santo, restando ainda Paraná e Santa Catarina, dois importantes geradores de energia distribuída além do estado do Amazonas. De modo geral, este benefício fiscal refere-se à isenção do ICMS na eletricidade gerada no sistema fotovoltaico e injetada na rede de distribuição.

O estado do Mato Grosso do Sul se encontra na décima primeira colocação no que diz respeito ao número de sistemas conectados à rede de distribuição estadual de energia. Até dezembro de 2017, o estado possuía 371 usinas geradoras de energia fotovoltaica, das quais, 81% delas são de sistemas instalados em residências, 14,4% em estabelecimentos comerciais, as propriedades rurais representando 4% e indústrias com 1,6% (Figura 11).

No primeiro bimestre de 2018, o número de sistemas instalados em Mato Grosso do Sul subiu para 455 unidades, ou seja, um aumento de 23% no período, e as demais participações das classes de consumo permaneceram praticamente as mesmas, com pequenas diferenciações de casas decimais, abrindo espaço para o início da participação do poder e serviço público do estado que juntos, somam 0,44% de participação.

Tratando de potência instalada, o Mato Grosso do Sul ocupa a 15ª colocação, e de acordo com os dados apresentados na Figura 12, as unidades geradoras, produziam em dezembro de 2017, 2,94 MW de energia, ou 2.940 kW. Ao final do segundo bimestre de 2018, as 455 unidades, geravam 3.615,11 kW de energia (ANEEL, 2018). Da mesma forma, a classe de consumo representada pelas residências corresponde a 43,2% do total produzido no estado, classes rural e comercial, ocupando um percentual de 29,5% e 25,6% respectivamente. Por fim, as indústrias responsáveis por 1,5% destes 3.615,11 kW de potência instalada, e serviço e poder público com 0,2% desta participação.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta pesquisa foi estudar o cenário do setor fotovoltaico no Brasil analisando o uso e o desenvolvimento deste tipo de energia na matriz elétrica do país de forma descentralizada, na modalidade da geração distribuída, ou seja, sistemas interligados com a rede de distribuição nacional. Nesta análise foi possível atestar a importante evolução do número de unidades de sistemas conectados, principalmente após o ano de 2012, quando se deu a regulamentação da geração distribuída no país.

Verificou-se que o setor fotovoltaico, nesta forma descentralizada, vem obtendo um crescimento superior a 100% ao ano no número de unidades geradoras de energia, sendo responsáveis por 99% das unidades com geração distribuída e que se pretende alcançar a meta de chegar a 2024 com mais de 800 mil sistemas instalados, a quantidade de unidades precisa manter um crescimento médio de 60% ao ano.

Ademais, o estudo ressaltou que a potência instalada, desde 2012, manteve uma média de crescimento de 40% ao trimestre, alcançando os 114,7 MW em maio de 2017, até mesmo a meta de iniciar o ano de 2018 gerando 214 MW também conseguir ser atingida. Neste sentido, torna-se mais palpável a meta de gerar 3,2 GW com a geração distribuída até o ano de 2024. Ou seja, tanto em número de sistemas, quanto na potência instalada, este segmento cresce em média de 30% a 40% ao trimestre.

Constatou-se também a forte representatividade da classe residencial na geração de energia descentralizada, responsável por 80% do total de sistemas conectados, porém estes dados trouxeram outros questionamentos, principalmente acerca da baixa participação de setores importantes para nossa economia, tais como o setor rural que obtém apenas 2% entre as unidades com geração distribuída no país.

Em relação aos estados brasileiros, com dados ainda mais atualizados, de dezembro de 2017, viu-se que Minas Gerais encontra-se com os melhores resultados tanto no número de sistemas conectados, quanto na potência instalada, seguidos principalmente pelos demais estados da região sudeste e também do sul do país. Destacou-se a participação do estado de Mato Grosso do Sul, que ocupa a 11ª e 15ª colocação, sobre quantidade de sistemas e potência instalada respectivamente.

Identificou-se a existência de alguns fatores que podem contribuir para o avanço da geração de energia solar no Brasil tais como a isenção de tributos em quase todos os estados para a geração distribuída, também pela extensão do país e a insolação que recai sobre seu território, ultrapassando níveis de países destaque no setor fotovoltaico como a Alemanha. Não somente este benefício ainda mal aproveitado no país, mas também em relação além da

posse de reservas minerais, insumos na produção de células fotovoltaicas, mas neste ponto surge a necessidade de tecnologia para produzir os módulos solares, a qual o país carece.

Portanto, o Brasil tem chances de ficar entre os principais países do mundo no mercado fotovoltaico, assim como já é em energia hidrelétrica, mas possui um atraso superior a uma década no uso da energia solar fotovoltaica.

Algumas limitações surgiram no decorrer da pesquisa, principalmente no que se referia a materiais bibliográficos onde a maioria dos artigos e estudos feitos são anteriores a 2012 e no decorrer do estudo percebeu-se que o grande avanço do setor fotovoltaico se deu posterior a este ano, após a regulamentação do mesmo com a publicação da Resolução Normativa nº 482. As fontes mais atualizadas vieram de associações do setor e da própria ANEEL que atualiza periodicamente os números de sistemas conectados, além de portais de notícias, cujo interesse é divulgar os dados mais relevantes e avanços do setor.

A indicação de estudos futuros remete a uma atualização das publicações nacionais que abordem o tema da energia solar fotovoltaica, visando entender, fomentar e melhor inserir o uso desta matriz de energia no país, além de compreender mais o perfil do consumidor que se dispõe a tal investimento.

Com isso, a intenção será apresentar possíveis caminhos para solucionar alguns gargalos do setor, tais como o custo alto deste tipo de investimento, por vezes, maior vilão que impede a expansão do setor, não apenas em nível doméstico, mas também para uso comercial ou rural. Uma vez que entre os mais de 20 mil sistemas instalados no Brasil, o setor rural representa apenas 3% das usinas fotovoltaicas com geração distribuída. Isto levanta questionamentos sobre o motivo desta pouca utilização ou baixa atratividade do setor, uma vez que esta classe de consumo possui financiamentos para aquisição de módulos fotovoltaicos.

6 – REFERÊNCIAS

ABRADEE. **Visão geral do setor.** Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/abradee/12-setor-eletrico>>. Acesso em 21 de julho de 2017.

ABSOLAR. **Especialistas alertam para oportunidade econômica gerada pelas fontes renováveis no Brasil.** 2017. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/especialistas-alertam-para-oportunidade-economica-gerada-pelas-fontes-renovaveis-no-brasil.html>>. Acesso em 02 de agosto de 2017.

ABSOLAR. **Energia solar cresceu 70% em dois anos. 2017.** Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/energia-solar-cresceu-70-em-dois-anos.html>>. Acesso em 02 de agosto de 2017.

ABSOLAR. **Brasil ultrapassa 1 GW em usinas solares em operação, diz associação do setor. 2018.** Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-ultrapassa-1-gw-em-usinas-solares-em-operacao-diz-associacao-do-setor.html>>. Acesso em 28 de janeiro de 2018.

AGENCIA BRASIL; **BNDES aprova primeiro financiamento para geração de energia solar.** 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-05/bndes-aprova-primeiro-financiamento-para-geracao-de-energia-solar>> Acesso em 24 de julho de 2017.

AMBIENTE ENERGIA; **Maior parque de energia solar da América Latina é instalado no Piauí.** 2017. Disponível em: <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2017/11/maior-parque-de-energia-solar-da-america-latina-e-inaugurado-piaui/33396>. Acesso em 26 de janeiro de 2018.

ANEEL. **Geração distribuída.** 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em 20 de julho de 2017.

ANEEL. **Resolução normativa N° 482,** de 17 de abril de 2012.

ANEEL. **Resolução normativa N° 687,** de 24 de novembro de 2015.

ANEEL. **Nota Técnica n° 0056/2017-SRD/ANEEL** de 24 de maio de 2017.

ANEEL. **Unidades consumidoras com geração distribuída.** 2018. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/outorgas/geracao/>>. Acesso em 26 de fevereiro de 2018.

ANEEL. **Informações Técnicas.** 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas>>. Acesso em 20 de julho de 2017.

BANCO DO BRASIL; **BB lança programa para energia limpa e estima liberar R\$ 2,5 bilhões.** Disponível em: <<http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/54949>>. Acesso em 01 de outubro de 2017.

BARROS, L.V; **Avaliação dos modelos de negócio para energia solar fotovoltaica no mercado de distribuição brasileiro;** USP; São Paulo, 2014.

BENEDITO, R. S; **Caracterização da geração distribuída por meio de Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório;** USP; São Paulo, 2009.

BLUESOL. **Energia solar no Brasil: Um panorama para você entender tudo.** Disponível em: <<http://blog.bluesol.com.br/energia-solar-no-brasil-panorama>>. Acesso em 20 de setembro de 2017.

COSTA, H.C; **Porque a energia solar não deslancha no brasil.** 2015. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/blogs/outras-palavras/por-que-a-energia-solar-nao-deslancha-no-brasil-3402.html>>. Acesso em 02 de julho de 2017.

CRISE DE ENERGIA NO BRASIL. 2016. Disponível em: <<http://monografias.brasilecola.uol.com.br/geografia/a-crise-energiano-brasil.htm>> Acesso em 17 de julho de 2017.

ESPECIAL: A CRISE ENERGÉTICA BRASILEIRA. 2015. Disponível em: <<http://energiainteligenteufjf.com/uncategorized/especial-a-crise-energetica-brasileira/>> Acesso em 03 de julho de 2017.

EPE/BEN - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA; **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026.** Ministério de Minas e Energia, 2016.

EPE/BEN - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA; **Balanco Energético Nacional 2017.** Ministério de Minas e Energia, 2017.

GALDINO, M. A.; LIMA, J. H. G.; **PRODEEM - O Programa Nacional de Eletrificação Rural Baseado em Energia Solar Fotovoltaica.** In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2002

GIL, A. C.; **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo. Atlas. 2008

JANUZZI, G. M.; VARELLA, F.; GOMES, R. D. M.; **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: Panorama da atual legislação**. PROCOBRE, SCIELO, Campinas, 2009.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**; Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf>. Acesso em 18 de junho de 2017.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; **Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico – dezembro de 2016**. Brasília: MME, 2017.

NASCIMENTO, R.L.; **Energia solar no Brasil: Situação e perspectivas**; Câmara dos Deputados, Brasília, 2017.

LOPEZ, R.A; **Energia Solar para a produção de eletricidade**; São Paulo: Ed. Artliber, 2012.

O PROGRESSO. **Governo autoriza isenção de ICMS para investimentos em energia solar**. Disponível em: <<http://www.progresso.com.br/caderno-a/brasil-mundo/governo-autoriza-isencao-de-icms-para-investimentos-em-energia-solar>>. Acesso em 25 de julho de 2017.

PORTAL SOLAR; **CONCEITO DE NET METERING: Geração própria de energia e banco de créditos**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br>. Acesso em 22/02/2017.

RUTHER, R; SALAMONI, I; MONTENEGRO, A; BRAUN, P; FILHO, R.D; **Programas de telhados solares fotovoltaicos conectados à rede elétrica pública no Brasil**; ENTAC; Fortaleza, 2008.

SETOR SOLAR; **Mais de 70% dos brasileiros tem interesse em gerar energia solar**. 2017. Disponível em: <http://www.osetoresolar.com.br/mais-de-70-dos-brasileiros-tem-interesse-em-gerar-energia-solar/>. Acesso em 05/01/2018

TORRES, R.C; **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. USP. São Carlos. 2012.

UE - UNIÃO EUROPÉIA; **Objetivos da UE no setor de energia**. 2018. Disponível em: https://europa.eu/european-union/topics/energy_pt. Acesso em 26/01/2018

VARELLA, F.K.O.M; CAVALIERO, C.K.N; SILVA, E.P; Energia solar fotovoltaica no Brasil: Incentivos regulatórios. Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, 2008, p. 9-22.

VASCONCELOS, P. S.; CARPIO, L. G. T.; **Estimating the economic costs os electricity déficit using input-output analisys: the case of Brazil. Applied Economics.** 2015.

VASCONCELOS, P. S.; CARPIO, L. G. T.; **Bagasse, Straws, Tips and Vinasse: From Sugarcane Waste to a Clean and Renewable Bioenergy Source.** International Journal Advances in Social Science and Humanities. 2017.

VIEIRA, R; CABRAL, I; Viabilidade Econômica x Viabilidade Ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente; III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental; Goiânia, 2012.

VILLALVA, M.G; **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações;** São Paulo: Ed. Érica, 2012.