

ENERGIA FOTOVOLTAICA: LEGISLAÇÃO E INCENTIVOS PELO MUNDO E COMO IMPACTAM O BRASIL

VELOSO, Caroline Karen Peixoto Rodrigues¹
Centro Universitário Academia – UniAcademia
TEIXEIRA, Wesley Carminat²
Centro Universitário Academia – UniAcademia
JÚNIOR, Dalmo Cardoso da Silva³
Centro Universitário Academia – UniAcademia

Linha de pesquisa: Eficiência Energética

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal a revisão bibliográfica da energia fotovoltaica, legislação e incentivos pelo mundo e como impactam o Brasil. O estudo apresenta inicialmente uma breve história da geração fotovoltaica e os incentivos para comercialização da energia solar em cinco países (Alemanha, China, Austrália, Índia e EUA), e como influenciam o Brasil em tecnologia, políticas de incentivos e regulamentação, sustentabilidade e eficiência energética. Em seguida, é falado sobre o mercado fotovoltaico no Brasil, como são classificados os sistemas de distribuição e quais as legislações e incentivos aplicados no Brasil, com os principais marcos na regulamentação interna. Posteriormente foi analisado a relação entre os incentivos internacionais, maiores fabricantes de inversores, os aspectos críticos do COVID-19 no mercado energético fotovoltaico, as expectativas políticas futuras com a indústria solar fotovoltaica e as limitações no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica. Energia Solar. Legislação. Incentivos. Sustentabilidade. Eficiência Energética. Tecnologia. Mercado de Energia. COVID-19.

¹ Graduanda em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Academia - UniAcademia.

² Professor do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Academia - UniAcademia.

³ Professor do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Academia - UniAcademia.

1 INTRODUÇÃO

A energia solar é a maior fonte energética do nosso planeta. Sua pesquisa e desenvolvimento como fonte elétrica foi alavancada principalmente no século XX, motivadas pela corrida espacial e a crise do petróleo na década de 1970. Com isso, houve uma expansão e desenvolvimento de novas fontes renováveis de energia e da preocupação com a sustentabilidade e, conseqüentemente, a energia solar fotovoltaica ganhou maior força e importância no mercado de energia.

O mercado fotovoltaico mundial sofreu nas últimas décadas um crescimento exponencial. Recentemente a China passou a liderar o mercado tanto do ponto de vista tecnológico, quanto na implementação de metas internas de redução de emissão de CO₂. Esses e vários outros incentivos na indústria fotovoltaica alavancaram a fabricação, comercialização de equipamentos e componentes, além de incentivarem modelos regulatórios e políticas de comercialização da energia solar fotovoltaica.

Existem diversos mecanismos de incentivos pelo mundo. Eles podem ser classificados resumidamente como mecanismos baseados em preços (como tarifas prêmio), mecanismos baseados em quantidade (como leilões), e certificados verdes/sistema de quotas.

Foram analisados alguns países que influenciam ou impactam o Brasil de diversas formas na elaboração de medidas regulatórias para a geração de energia solar fotovoltaica. Os cinco listados são: Alemanha – pelo seu pioneirismo na exploração da energia fotovoltaica e sua experiência e amadurecimento político; China – pelo seu crescimento de mercado fotovoltaico exponencial e aos altos investimentos tecnológicos na fabricação e barateamento de componentes, o que vem tornando a geração fotovoltaica mais acessível; Austrália – pela capacidade energética latente, por ser o país com maior irradiação solar no planeta e como tem lidado com as políticas de incentivos internas; Índia – pelas semelhanças socioeconômicas e climáticas com o Brasil, além de políticas públicas e investimentos na redução de emissão de CO₂; EUA – pela referência econômica mundial e investimentos cada vez maiores em energias renováveis através de diferentes alianças com diferentes segmentos econômicos.

O mercado fotovoltaico no Brasil tem crescido muito nos últimos anos, principalmente pela capacidade de irradiação solar no país, oportunidades de exploração de reservas naturais de quartzo, além de compromissos mundiais de redução de emissão de CO₂, com a queda nos preços dos componentes fotovoltaicos e por diversos programas de incentivos para aquisição de sistemas fotovoltaicos.

A legislação e os mecanismos de incentivos no Brasil sofreram forte influências do mercado externo e da experiência com a energia solar fotovoltaica em outros países. Foram desenvolvidas políticas de incentivo e regulamentações durante anos e estas ainda sofrem constantes revisões das normativas propostas com o fim de adequar os pontos e as oportunidades de forma sustentável, tanto para o pequeno gerador quanto para as grandes concessionárias. Além de sofrerem fortes impactos causados pelo recente COVID-19 e às perspectivas futuras de preço do carbono como uma ferramenta política no mercado mundial de geração de energia.

2 ORIGEM DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA IMPORTÂNCIA

O Sol é a maior fonte de energia renovável em nosso planeta (CASAS, 2001). Com a sua energia pode-se gerar eletricidade através da conversão de radiação solar por intermédio de materiais semicondutores e esse fenômeno é chamado de efeito fotovoltaico (VALLERA, 2006). A energia solar fotovoltaica teve grande impulso com pesquisas para a indústria aeroespacial e telecomunicações, cujo objetivo primário era gerar energia para sistemas instalados em localidades remotas. E com a crise do petróleo em 1973, houve interesse muito grande na expansão e desenvolvimento de fontes renováveis em energia, principalmente a fotovoltaica devido à grande importância que a energia elétrica tem na sociedade (GALDINO, 2014).

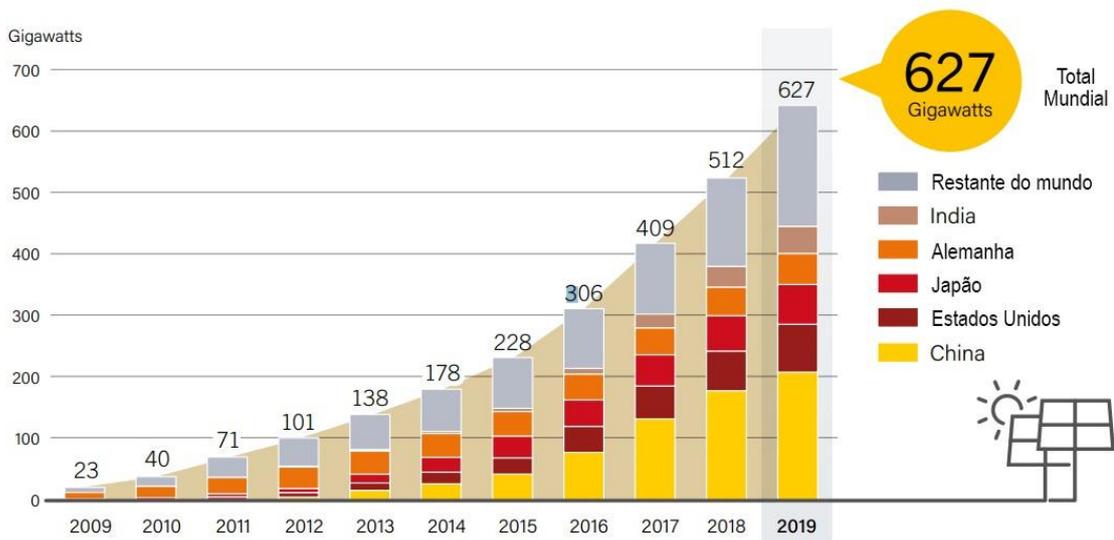
Ao longo da história, tem se percebido o quanto a energia elétrica tem se mostrado fator determinante no desenvolvimento da sociedade. Ela impacta significativamente a vida do homem moderno (ELETROBRÁS, 2016). Devido a crescente utilização da energia elétrica, tem se investido cada vez mais em novas fontes energéticas sustentáveis para suprir as novas demandas. Dentre as diversas fontes de energia

alternativas desenvolvidas, a geração solar fotovoltaica vem crescendo e ganhando destaque pela sua baixa emissão de poluentes, baixa manutenção e possibilidade de gerar energia localmente, segundo GALDINO (2014).

3 MERCADO FOTOVOLTAICO MUNDIAL

O mercado mundial fotovoltaico vem crescendo de forma exponencial nos últimos anos. Segundo a REN21⁴ (2020), a capacidade instalada de energia fotovoltaica encerrou o ano de 2019 com 627 GW, conforme a Figura 1. A China é a nova líder desse segmento desde 2015, devido à avanços tecnológicos e novas políticas de metas de redução de emissão de gás carbono, segundo IHS Markit⁵ (2020).

Figura 1 - Evolução da Capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica.



Fonte: Traduzido de REN21 (2020)

⁴ REN21 é uma comunidade global de energia renovável com participação de cientistas, governos, ONGs e indústria. Ela busca fornecer dados, análises e desenvolvimento globais de tecnologia, políticas e mercados. Foi criada em 2004 como resultado da Conferência Internacional Bonn2004 sobre Energia Renovável (REN21, 2019).

⁵ IHS Markit (Information Handling Services) foi fundada em 1959 por Richard O'Brien como fornecedora de bancos de dados de catálogos de produtos em microfilme para engenheiros aeroespaciais. Atualmente a empresa é reconhecida no fornecimento dos mais abrangentes serviços globais de informação macroeconômica, análise e consultoria para corporações, instituições financeiras e governos em todo o mundo (IHS MARKIT, 2021).

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

4 LEGISLAÇÃO E MECANISMOS DE INCENTIVOS NO MUNDO

Segundo FRANÇA (2016), os mecanismos de incentivos para a geração de energia fotovoltaica são baseados em quantidade e preço e eles podem ser descritos em três categorias:

- *Feed-in System* (mecanismo baseado em preço) – (...) consiste na adoção de uma tarifa prêmio acima do preço praticado pelo mercado, para incentivar as energias renováveis;
- Leilões (mecanismo baseado em quantidade) – (...) sistema consiste em definir uma quantidade de geração de energia renovável a ser implantada no longo prazo e, sendo que os projetos com os menores preços são escolhidos;
- Sistema de Quotas / Certificados Verdes (mecanismo baseado em quantidade) – (...) o sistema de quotas exige que os ofertantes de energia elétrica produzam ou adquiram quotas de energia de geração renovável. Este sistema também favorece o mercado descentralizado de certificados verdes (FRANÇA, 2016).

Independente do mecanismo escolhido, a adoção de meios para incentivar a comercialização da geração de energia renovável se faz necessária. Apesar de as tecnologias de energia solar não apresentarem viabilidade econômica para competir com as fontes geradoras tradicionais atualmente, espera-se que os incentivos tecnológicos aplicados e as políticas de incentivos, permitam que influencie diretamente na eficácia e na diminuição dos custos dos mecanismos adotados a longo prazo.

No restante do capítulo serão abordados os países que devido a algumas semelhanças, são oportunidades de influências sobre o Brasil.

4.1 ALEMANHA

Segundo o IEA (2016), a Alemanha até 2014 liderava o ranking em capacidade de geração fotovoltaica instalada, apresentado na Figura 1 e em 2015 foi ultrapassada pela China. Ela foi um dos pioneiros no investimento e na exploração da energia fotovoltaica, principalmente como uma das soluções para substituição da geração nuclear⁶, além das crescentes preocupações ambientais e o favorecimento da geração de energias renováveis.

Foram desenvolvidas tentativas pontuais de incentivos de fontes renováveis nas décadas de 1970 e 1980, mas a partir de 1990 houve um expressivo crescimento dessas fontes no país, principalmente provindas da energia eólica e posteriormente fontes solares, de acordo com o MME (2009).

No entanto, foi em 1990 que a *Electricity Feed-in Law* foi adotada para sistemas de preços para remuneração de geração distribuída a partir de fontes renováveis. Ela estabelecia a obrigatoriedade de conectar os geradores de fontes renováveis, pagando uma tarifa prêmio por um período de vinte anos. A população ofereceu um grande apoio as políticas públicas adotadas na época, o que enfraqueceu os esforços das concessionárias contrárias às medidas e tal apoio permitiu desfrutar sucesso, segundo NASCIMENTO (2017).

Em 2000, foi substituída a lei de 1990 pela *Renewable Energy Sources Act* onde foram introduzidas tarifas específicas para cada fonte, considerando seus respectivos custos. Essas tarifas permitiram que a implantação de painéis solares fosse mais atrativa e assim a Alemanha passou a ser líder mundial em energia solar fotovoltaica. E isso fez com que mais indústrias no país passassem a investir no desenvolvimento e produção de células e módulos fotovoltaicos, diminuindo os custos de implantação. O marco legal fez com que se reduzisse a 5% para as novas instalações o valor da tarifa-prêmio, esta, fixada por um período de vinte anos (NASCIMENTO, 2017).

⁶ Devido às preocupações preventivas de um possível acidente nuclear, caso do desastre acontecido em Chernobyl em 1986, revista National Geographic (BLACKMORE, 2019).

Em 2004 foi promovida uma nova alteração na legislação, limitando os valores pagos pelas grandes indústrias destinados a cobrir a geração de energia de fontes renováveis. Dessa forma, a indústria alemã preservou a competitividade, impedindo que grandes consumidores se posicionassem contra a expansão da geração por fontes renováveis.

Embora a Alemanha tivesse estimulado políticas de incentivo e estes incentivos alcançaram resultados satisfatórios na expansão da geração solar fotovoltaica, os impactos tarifários causados pela remuneração atrativa paga aos geradores por vinte anos, fez com que fossem revistos os subsídios concedidos para as novas unidades geradoras. Isso fez com que a expansão da energia solar no país reduzisse. Segundo FRANÇA (2016), as empresas geradoras tiveram que adotar com um sistema de cálculo para equilibrar os custos de reembolso entre os vários níveis de operadores de rede, além do aumento da eficiência e produção mais eficiente.

Segundo FRANÇA (2016), desde 2016, o *Fraunhofer Institute of Solar Energy* passou a avaliar o preço da eletricidade de sistemas com potência nominal inferior a 100 kW. Estes sistemas são elegíveis para participar num plano que tem direito a uma remuneração previamente estabelecida, e sistemas com uma potência superior a 100 kW deve estar no preço de mercado. Mesmo com essa mudança os preços são considerados competitivos com o mercado de energia.

A Alemanha por ser um dos primeiros países a investir no mercado de energia fotovoltaica exerce grande influência no Brasil principalmente na forma como o próprio mercado se sustem. Ela alavancou e incentivou o Brasil no início das implantações e incentivos governamentais. Veremos mais a diante quais foram as regulamentações no Brasil.

4.2 CHINA

Desde 1978, com a abertura de mercado da China e sua reforma econômica, o país passou a crescer 9,5% ao ano segundo LIU (2008). O dinamismo da economia

chinesa nas últimas décadas tem atraído cada vez mais investidores e tem se tornado umas das maiores economias mundiais segundo YUCING (2019). Essa nova realidade da China tem gerado um aumento expressivo na demanda de energia do país, devido a grandes indústrias e ao aumento da população participativa de produção e consumo. Esse aumento expressivo tem feito com que a China se tornasse o maior emissor de CO₂ do planeta (YUCING, 2019).

Com as constantes preocupações ambientais e geração de energias renováveis, a China tem investido na diminuição de emissão de CO₂. Conforme o PORTAL SOLAR (2016), a energia solar na China é um dos maiores responsáveis no desenvolvimento de tecnologias energéticas atualmente, sendo o país um dos principais geradores dessa fonte energética.

Como foi visto na Figura 1, desde 2015 a China tem se tornado líder na geração em energia solar fotovoltaica. Cada vez mais empresas chinesas de energia solar tem conquistado o mercado, as marcas *Suntech* e *Yingli* são referências na área e por causa dos rápidos crescimentos os custos de tecnologia tem se tornado mais baratos, segundo PORTAL SOLAR (2017). A fabricação de placas solares, inversores e demais componentes para a geração tanto para residências, comércios, indústrias e usinas em sua maioria são chinesas. Além de grandes investimentos do governo chinês para criação de usinas geradoras, a maior usina fotovoltaica do mundo atualmente está localizada no deserto de *Tengger*, e é capaz de produzir cerca de 1.500 MW, fora as mais de 400 usinas solares espalhadas por todo o território, segundo PORTAL SOLAR (2017).

A China exerce forte influência no mercado de energia solar no Brasil. A maior parte dos componentes solares são chineses e o crescente aumento da demanda na geração de energia solar fotovoltaica, fez com que o preço dos componentes necessários despencasse, tornando cada vez mais uma fonte energética mais viável.

4.3 AUSTRÁLIA

A Austrália é o país que tem a maior incidência de radiação solar por metro quadrado do planeta, e equivale a aproximadamente 10.000 vezes o seu consumo de energia anual. Com tamanho recurso, houve um engajamento na geração elétrica solar, segundo FRANÇA (2016).

Em 2001, a Austrália implementou o primeiro programa de metas de energias renováveis, em que a energia fotovoltaica era comercializada por meio de certificados de energia sustentáveis classificados como pequena ou larga escala, de acordo com a capacidade de geração FRANÇA (2016).

A energia solar fotovoltaica gerada pelas pequenas unidades consumidoras pode ser dividida em dois mecanismos: a tarifa *feed-in*, explicada anteriormente (que varia de cada estado e capacidade de geração); e sistemas de certificados de energias renováveis, que realiza créditos de energia renovável sobre a energia comercializada. Para permitir a recuperação dos custos implantados nos painéis, o governo ainda criou um multiplicador para os certificados de geração de pequena escala, segundo FRANÇA (2016). Dessa forma, os consumidores que instalam painéis solares na Austrália, têm dois benefícios complementares.

Devido a esses incentivos, o consumidor australiano tem optado por instalar painéis com potência cada vez maior. Com a redução de custos, devido a crescente oferta de painéis chineses e a valorização do dólar australiano, os investimentos na geração de energia fotovoltaica passaram a ficar inferiores a quatro anos, o que representa cerca de 15% das casas em 2015, segundo FRANÇA (2016). Por isso, a Austrália apresentou um rápido crescimento desse tipo de geração.

A Austrália exerce grande influência no Brasil através da sua semelhança em capacidade energética. Conforme informado, ela possui a maior incidência de radiação solar no planeta e enxerga esse recurso como uma oportunidade de crescimento na geração energética solar fotovoltaica. O Brasil possui uma capacidade energética muito semelhante, principalmente por sua posição geográfica. Assim

podemos também utilizar a Austrália como referência no seu desenvolvimento no mercado de energia solar.

4.4 ÍNDIA

A Índia tem um crescimento robusto e cerca de 75% de sua matriz energética tem origem em combustíveis fósseis segundo FRANÇA (2016). Para atender a uma constante pressão ambiental, o governo indiano implementou políticas regulatórias e fiscais em 2003, através do *Electricity Act 2003*, com objetivo de ampliar a geração de energias renováveis. As companhias ficaram obrigadas a comprar uma porcentagem fixa de energias renováveis. Porém, como as fontes renováveis não são distribuídas de maneira uniforme pelo país, foi criado um mecanismo de negociação de Certificados de Energia Renovável. Nesse mecanismo, o gerador vende seus certificados para a distribuidora relativo a quantidade de energias que deveria constar em seu portfólio, atingindo assim, as suas metas.

Segundo FRANÇA (2016), os principais marcos legais na Índia são:

- Em 2003 com a criação da Lei de Eletricidade, onde tornou-se obrigatório que todos os serviços públicos de distribuição de energia deveriam contar com uma porcentagem fixa da sua demanda em energias renováveis.
- Em 2005, por meio da Política Nacional de Energia Elétrica, houve um aumento da quota de fonte de energias alternativas na matriz energética.
- Em 2006, com a Política Tarifária, foi fixado um mínimo percentual para compra de energias renováveis, havendo impacto econômico sobre as tarifas de mercado.
- Entre 2009 e 2010, por meio do Plano de Ação Nacional sobre a Mudança do Clima, os percentuais mínimos de compra começariam com 5% e haveria aumentos anuais de 1% para a próxima década.
- Por fim, a *Jawaharlal Nehru National Solar Mission (JNNSM)* uma iniciativa do governo, onde estabeleceu a meta de 20.000 MW de potência instalada de geração solar até 2022.

Além dos avanços legais citados, a Índia estabeleceu tarifa prêmio para a comercialização em energias renováveis. Incentivou a indústria de energia fotovoltaica por meio de empréstimos e financiamentos de infraestrutura, assim como créditos fiscais à produção, ao capital e ao investimento.

A Índia é uma importante referência para o Brasil no mercado de energia solar fotovoltaica, pois ela possui características socioeconômicas e climáticas bem parecidas com o Brasil. Ela possui diversos incentivos governamentais para que a energia solar e a renovável ocupem uma parcela significativa na geração elétrica.

4.5 ESTADOS UNIDOS

Em 2006, nos Estados Unidos, foi criada a *Solar América Initiative* (SAI) do Departamento de Energia (*Department of Energy* - DOE) como parte de uma iniciativa presidencial. O objetivo foi tornar o custo da energia solar mais competitivo até 2015, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e ampliando o fornecimento de eletricidade. Era estimado que as metas da SAI seriam atingidas através de parcerias e alianças estratégicas com participantes da indústria, agências federais, universidades, estados, serviços públicos, indústria da construção e organizações não governamentais.

A SAI se divide em duas grandes categorias: parcerias tecnológicas com maior foco em pesquisa e desenvolvimento, como produção de baixo custo, transformações de mercado, soluções técnicas, regulatórias, institucionais e de caráter educativo frente às barreiras de mercado e a aceleração de demanda para novas tecnologias de uso de fonte solar, por meio de assistência técnica. Estima-se nesse projeto uma queda acentuada no custo de instalação de painéis fotovoltaicos por meio dessa política pública.

Os estados, independentemente, estabelecem políticas de energias renováveis e adotam vários incentivos financeiros adicionais para incentivar ou apoiar a implantação de sistemas de energia solar distribuída como aquisição de painéis

fotovoltaicos, seja pela renda pessoal ou empresarial. Segundo FRANÇA (2016) em 2016 o governo federal ofereceu 30% de desconto em crédito de imposto de renda em caso de instalação de painéis fotovoltaicos. Além de diversos estados, oferecerem tarifa prêmio, empréstimos a juro zero, ou outros descontos e subsídios.

Os EUA são referência para o Brasil em diversos aspectos socioeconômicos-culturais e na geração de energia solar fotovoltaica. A forma como os EUA lida com o mercado de energia impacta significativamente a economia energética do Brasil, principalmente pelos incentivos tecnológicos e a forma como lidam com o mercado interno de energia solar fotovoltaica.

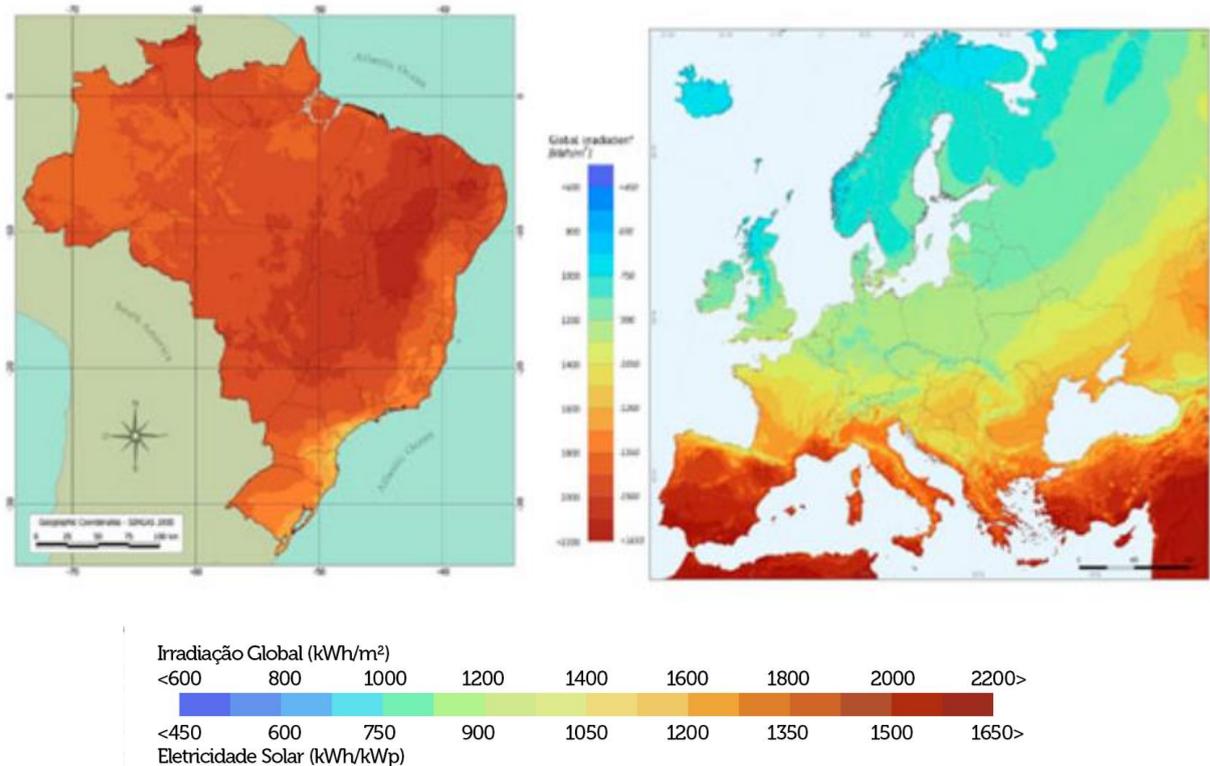
5 MERCADO FOTOVOLTAICO NO BRASIL

Segundo o INPE (2017)⁷, “a média anual de irradiação solar global no Brasil oferece uma boa uniformidade, com níveis nacionais de irradiância solar global muito maiores que os de países que fazem uso da tecnologia solar fotovoltaica para geração de energia elétrica em grande escala, como a Alemanha.”

Pode-se verificar na Figura 2 que as cores mais avermelhadas representam as regiões com maior índice de irradiação, e as amareladas a azuladas, com menores índices de irradiação.

⁷ INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais é um instituto federal brasileiro dedicado à pesquisa e exploração espacial, criado em 1961 (INPE, 2017).

Figura 2 - Irradiação média global no Brasil e na Europa.



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2006 e PVGIS, 2012 (INPE, 2017).

Além de que, o Brasil, de acordo com MME (2009) possui grandes reservas de quartzo de qualidade, que podem gerar uma capacidade produtiva importante na produção de silício com alto grau de pureza, células e módulos solares, com alto valor agregado.

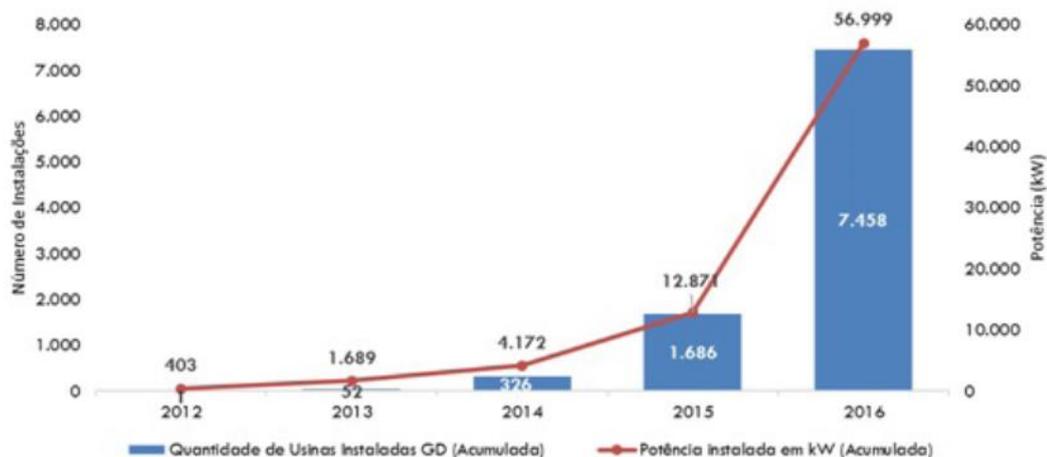
“De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) a fonte fotovoltaica tem um potencial técnico em território nacional de mais de 28.500 Giga Watt pico (GWp) em aplicações de geração centralizada, e 164,1 GWp em aplicações de geração distribuída, apenas levando-se em consideração o segmento residencial” (SEBRAE, 2017).

Fatores importantes para a tecnologia solar fotovoltaica ser instalada mundialmente foram incentivos e compromissos assumidos para diminuir a emissão

de gases do efeito estufa e a queda nos preços dos módulos fotovoltaicos, graças aos avanços da tecnologia e a diversificação da produção (INPE, 2017).

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Elétrica (ABINEE), o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), criado em 1994, que depois foi incorporado ao programa “Luz Para Todos” promoveu a aquisição de sistemas fotovoltaicos por meio de licitações internacionais (SEBRAE, 2017).

Figura 3 - Número de conexões e capacidade instalada de geração distribuída solar fotovoltaica acumulada



Fonte: SEBRAE (2017)

Pode-se observar na Figura 3, o número de instalações foi de 403 unidades em 2012 para 56.999 unidades em 2016. Isso significa um exponente aumento na instalação da geração distribuída fotovoltaica em menos de 10 anos.

6 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Existem dois tipos de sistemas fotovoltaicos na geração de energia, *off-grid* (Sistemas Isolados) e *on-grid* (Sistemas Conectados à Rede).

- *Off-grid* (Sistemas Fotovoltaicos Isolados) podem ser individuais ou em minirredes, ou seja, a geração pode ser exclusiva a uma única unidade consumidora, ou compartilhada entre um pequeno grupo de unidades consumidoras geograficamente próximas. Este sistema foi regulamentado pela Resolução Aneel Nº 83/2001 e teve um papel muito importante nos programas de eletrificação rural no Brasil. Mas em 2012 através da Resolução Aneel Nº 493/2012 estabelece procedimentos e condições para Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI) e o Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes (SIGFI). (GALDINO, 2014).
- *On-grid* (Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede) dispensam o uso de banco de baterias, pois a produção pode ser consumida diretamente pela carga, ou injetada diretamente na rede elétrica convencional. No Brasil, os sistemas fotovoltaicos enquadrados como sistemas de micro e minigeração, são regulamentados pela Resolução Normativa Aneel Nº 482/2012 e devem atender aos Procedimentos de Distribuição (PRODIST), Módulo 3, e às normas de acesso das distribuidoras locais. (GALDINO, 2014).

Antes de 2012, o Brasil restringia-se basicamente a instalações *Off-Grid*, tanto para a fotovoltaica, quanto outras fontes renováveis. E em seu princípio, as principais finalidades eram em comunidades rurais e/ou isoladas cuja utilização tinha como objetivo bombeamento de água para uso doméstico, iluminação pública, uso coletivo em escolas, postos de saúde e em alguns atendimentos domiciliares (SEBRAE, 2017).

7 LEGISLAÇÃO E MECANISMOS DE INCENTIVO NO BRASIL

A seguir, serão abordadas as principais legislações e mecanismos de incentivo de geração de energia solar fotovoltaica no Brasil. Elas são reflexo das políticas de incentivos que aconteceram em outros países e com o passar dos anos, foram sofrendo alterações e revisões para se adequarem ao mercado de energia interno.

7.1 ANEEL

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é uma autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME)⁸ e foi criada para regular o setor elétrico brasileiro, através da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto Nº2.335/1997. Ela tem como principais atribuições: regular; fiscalizar; implementar políticas e diretrizes do governo federal relativas à exploração de energia elétrica; estabelecer tarifas; dirimir as divergências; promover outorgas de concessão.

7.2 COMERCIALIZAÇÃO

Para a comercialização da energia elétrica gerada por painéis solares, o MME (2009) ressalta dois mecanismos regulatórios básicos de incentivos: o sistema de preços e o sistema de quotas. O sistema de preços consiste na definição de um valor pago ao dono do gerador de energia solar fotovoltaica ao longo de um período geralmente igual ou superior a vinte anos. No sistema mais utilizado, estabelece-se uma tarifa prêmio (*feed-in tariff*), no qual toda a energia produzida e injetada na rede é remunerada pela tarifa prêmio. A *feed-in tariff* é estabelecida de forma a garantir uma taxa interna de retorno (TIR) atrativa para os investidores. Há um outro tipo de sistema similar ao sistema de preços chamado *net-metering*, em que a energia gerada e injetada na rede, ao invés de ser remunerada por uma tarifa prêmio, é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade. O sistema de *net-metering* é utilizado no Brasil desde 2012 para unidades consumidoras com geração distribuída, como será mostrado adiante. No sistema de quotas, de menor utilização que o *feed-in tariff*, são estabelecidas metas de potência e (ou) energia proveniente de fontes específicas para as concessionárias, distribuidoras, grandes consumidores e outros agentes do setor elétrico. Caso tais metas não sejam atingidas, são aplicadas

⁸ MME – Ministério de Minas e Energia criado em 1960, tem como missão institucional “formular e assegurar a execução de Políticas Públicas para a gestão sustentável dos recursos energéticos e minerais, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico do País” (MME, 2009).

penalidades (multas etc.). Nesse sistema, é comum o pagamento pelo governo do equipamento e da energia gerada, o que demanda grandes desembolsos governamentais (NASCIMENTO, 2017).

7.3 NORMATIVAS

- 2002 – PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes de Energias Renováveis) – Criado pelo Ministério de Minas e Energia através da Lei nº 10.438/2002 e revisado pela Lei nº 10.762/2003. – Um dos primeiros esforços significativos visando as Energias Renováveis no Brasil.

A iniciativa tinha caráter estrutural e visava alavancar os ganhos de escala, a aprendizagem tecnológica, a competitividade industrial nos mercados interno e externo e, sobretudo, a identificação e a apropriação dos benefícios técnicos, ambientais e socioeconômicos na definição da competitividade econômico-energética de projetos de geração que utilizem fontes limpas e sustentáveis (MME, 2016). E o objetivo era de implantar 3,3 GW de capacidade instalada até 2008, distribuídas entre as fontes renováveis de eólica, solar, hídrica, biogás. As empresas realizavam contratos de 20 anos e contavam com garantia de piso 70% da receita contratual durante o período de contrato de financiamento do empreendimento. Esse sistema merece destaque porque foi aplicada a experiência das tarifas *feed-in* como forma de remuneração da energia gerada. E ele foi importante pois, o país passou a identificar as dificuldades da inserção de fontes renováveis com base nas novas tecnologias e o quão distante o Brasil estava de outros países na implementação em relação as obrigatoriedades exigidas pelo PROINFA, segundo (FRANÇA, 2016).

- 2004 – Lei nº 10.848/2004 – Estabelecido o novo modelo do setor elétrico brasileiro. Foram introduzidas alterações relevantes, com objetivo de fornecer incentivos às empresas para assegurarem o fornecimento de energia no Brasil, considerando o princípio da modicidade tarifária (“toda atividade material que a lei atribui ao Estado para que a exerça diretamente ou por meio de seus delegados, com o objetivo de satisfazer concretamente às necessidades coletivas, sob regime jurídico

total ou parcialmente público”, segundo GONÇALVES (2021) por meio de leilões de energia. Assim, deixou-se de aplicar o incentivo das tarifas prêmio e passou a se aplicar os leilões públicos, segundo (FRANÇA, 2016).

Logo abaixo abordaremos as mais importantes normativas que regem o sistema fotovoltaico brasileiro.

7.3.1 RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL NÚMERO 482 DE 17 DE ABRIL DE 2012

- 2012 – Resolução Normativa ANEEL nº 482 de 17 de abril de 2012 - resolução que estabelece e rege o SCEE (Sistema de Compensação de Energia Elétrica) para projetos de geração distribuída no país. Se tornou um marco no segmento da geração distribuída. Ela permite o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica nacionais. Com isso, todo consumidor ativamente cadastrado no Ministério da Fazenda, por um CPF ou um CNPJ, tem concessão para conectar um sistema gerador de energia elétrica próprio, oriundo de fontes renováveis (hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada), paralelamente às redes de distribuição das concessionárias. Esse sistema é denominado *net metering* ou medição líquida. E o resultado é uma conta de eletricidade menor para o consumidor, que também exerce o papel de gerador. Essa compensação se dá via empréstimo gratuito de energia elétrica das unidades geradoras à distribuidora local, passando a unidade a ter crédito em energia elétrica ativada a ser consumida em até 36 meses (posteriormente revisado pela REN 687/15, descrita a seguir), segundo o SEBRAE (2017).

Alguns requisitos da REN 482 segundo SEBRAE (2017), incluem:

- Microgeração: projetos menores ou iguais a 100 kWac;
- Minigeração: projetos entre 100 kWac e 1 MWac;
- A potência do projeto é limitada à (i) carga instalada (unidade do grupo B); e (ii) demanda contratada (unidade do grupo A);
- A unidade consumidora deve se conectar à rede de distribuição por meio da celebração de Acordo Operativo (para projetos de minigeração) ou Relacionamento Operacional (para projetos de microgeração), não sendo

necessário celebrar Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) ou Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão (CCT);

- A unidade consumidora é responsável pelos custos de adequação do sistema de medição (diferença entre o custo do sistema de medição e o custo do medidor convencional para consumidores do mesmo nível de tensão).

Além disso, a resolução não permite a venda de energia elétrica gerada por sistemas de geração distribuída dentro das regras da resolução (SEBRAE, 2017).

A REN 482 foi atualizada pela publicação da REN 687/15, REN 786/17 e um novo processo ainda está em curso através de Consultorias Públicas – CP nº10/2018 no documento chamado AIR nº04/2018, onde considera 6 cenários possíveis, mais a frente descreveremos sobre ele.

7.3.2 RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL NÚMERO 687 DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015 (REN 687)

- 2015 – Resolução Normativa ANEEL nº 687 de 24 de novembro de 2015 surge como uma atualização da REN 482, onde possibilita novos modelos de negócios, como autoconsumo remoto, condomínios e a geração compartilhada, permitindo com que a SCEE seja uma das mais avançadas no mundo, segundo SEBRAE (2017). Algumas das principais atualizações incluem:

- Redefinição dos limites de potência para microgeração para 75 KWac e de minigeração para 5 MWac para energia solar fotovoltaica;
- A compensação de energia contempla ambas a Tarifa de Energia Elétrica (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD);
- Criação da possibilidade de autoconsumo remoto, onde o consumidor pode gerar energia elétrica em uma unidade e compensar em outro local/unidade do mesmo titular ou grupo econômico, mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou mesmo CNPJ raiz, desde que conectadas à mesma área de concessão da própria distribuidora;
- Os condomínios ou empreendimentos de múltiplas unidades podem se beneficiar da geração distribuída, e a energia elétrica gerada pode ser creditada para cada consumidor participante desse grupo de condôminos, proporcional à cota de participação de cada um, além de fornecer eletricidade para a área comum do condomínio;
- Criação da possibilidade de geração compartilhada, que permite a criação de consórcio ou cooperativa entre diversos consumidores para se beneficiar

da geração distribuída, e utilizar créditos da energia elétrica gerada em favor das faturas de todos os consorciados;

- O prazo para utilização dos créditos na fatura elétrica foi alterado de 36 para 60 meses;
- O processo de conexão foi simplificado: para projetos de microgeração, o prazo de todo o processo de autorização da unidade de geração distribuída foi reduzido de 82 dias para 34 dias;
- Os custos para troca do sistema de medição foram passados à distribuidora, no caso de projetos de microgeração;
- As informações constantes nas faturas de energia elétrica para os consumidores com unidades de geração distribuída são mais detalhadas;
- As informações que o consumidor deve fornecer à distribuidora foram padronizadas e simplificadas (SEBRAE, 2017).

7.3.3 PROCEDIMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO (PRODIST) MÓDULO 3 - SEÇÃO 3.7

- 2017 – PRODIST – Módulo 3, revisão 7, Resolução Normativa nº 724/2016. Ela detalha o procedimento de acesso de micro e minigeração distribuída participante do SCEE ao sistema de distribuição (ANEEL, 2017). Sua sétima revisão define, por exemplo:

- a obrigatoriedade apenas das etapas de solicitação de acesso e parecer de acesso em formulário padrão disponibilizados na página da internet da distribuidora;
- é da distribuidora a responsabilidade pela coleta e envio à ANEEL das informações para registro de micro e minigeração distribuída;
- os prazos de todas as etapas para acesso ao sistema de distribuição são pré-definidos no PRODIST;
- os critérios técnicos e operacionais para conexão;
- os requisitos dos projetos das instalações de conexão;
- os procedimentos de implementação e vistoria das instalações;
- os requisitos para operação, manutenção e segurança da conexão;
- o sistema de medição;
- os contratos entre o gerador e distribuidora utilizados serão o Relacionamento Operacional ou Acordo Operativo;
- as etapas para solicitação de acesso (ANEEL, 2017).

7.3.4 AIR Nº 0004/2018 – REVISÃO DAS REGRAS APLICÁVEIS À MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

- A AIR (Análise de Impacto Regulatório) faz parte de um processo de revisão da REN 482/2012 para aplicação em 2020. Segundo a ANEEL (2018) existem diversas discussões sobre a forma de valoração da energia injetada na rede. Diante da necessidade de definir uma forma de valoração dessa energia injetada pelo micro ou minigerador, de forma sustentável, esta AIR levanta alternativas para o modelo do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, mostrando os custos e benefícios de cada alternativa sob duas óticas: a do consumidor que deseja instalar a micro ou minigeração e a dos demais usuários da rede de distribuição. Segundo a AIR (ANEEL, 2018), foram estudadas 6 alternativas.

- Alternativa 0 – Cenário atual: a compensação da energia injetada na rede se dá por todas as componentes da TUSD⁹ e da TE¹⁰;
- Alternativa 1 – Incide Fio B: a componente Transporte Fio B incidiria sobre toda a energia consumida da rede. As demais componentes tarifárias continuariam incidindo sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede.
- Alternativa 2 – Incide Fio A e Fio B: as componentes referentes ao Transporte (Fio A e Fio B) incidiriam sobre toda a energia consumida da rede. As demais parcelas da tarifa continuariam incidindo sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede.
- Alternativa 3 – Incide Fio A, Fio B e Encargos: equivalente à alternativa anterior, mas incluindo a parcela de Encargos da TUSD entre as componentes que seriam aplicáveis a todo o consumo de energia registrado na unidade.
- Alternativa 4 – Incide toda a TUSD: com esta alternativa, as componentes da TE incidiriam sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede, de maneira que a TUSD continuaria incidindo sobre toda a energia consumida da rede.
- Alternativa 5 – Incide toda a TUSD e os Encargos e demais componentes da TE: neste caso, apenas a componente de Energia da TE incidiria sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede. As demais

⁹ A **Tarifa de Energia TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição)** é o valor financeiro único determinado pela ANEEL, em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema. Essa tarifa cobre os custos com as instalações, equipamentos e componentes da rede de distribuição utilizados para levar a energia com qualidade (ANEEL, 2017).

¹⁰ A **Tarifa de Energia – TE** é o valor da energia consumida em sua casa mensalmente determinado pela ANEEL, em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia (ANEEL, 2017).

componentes tarifárias incidiriam sobre toda a energia consumida da rede (ANEEL, 2018).

7.4 LEILÕES DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA

“Os leilões são a principal forma de contratação de energia no Brasil. Por meio desse mecanismo, concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) garantem o atendimento à totalidade de seu mercado no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Quem realiza os leilões de energia elétrica é a CCEE, por delegação da Aneel.” (CCEE, 2018).

Existem diversos tipos de leilões de comercialização de energia elétrica, mas neste caso nos interessa o Leilão de Fontes Alternativas. Ele foi instituído para atender ao mercado de maneira regulada e a aumentar a participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira. Ele foi regulamentado através do Decreto Nº 6.048 de 27 de fevereiro de 2007 e atualizada pelo Decreto Nº 9.143 de agosto de 2017, até o momento deste artigo.

O primeiro leilão exclusivamente dedicado a energia fotovoltaica foi em dezembro de 2013, no estado de Pernambuco, onde foi contratada energia de 6 projetos com 92MWac de potência, segundo FRANÇA (2016). Em 2019 a ANEEL e a CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica) em um Leilão de Geração nº04/2019 (A-6), movimentou ao todo R\$ 44 bilhões em contratos, o montante de 250.148.822 MWh de energia. Sendo que Solar Fotovoltaica foram 11 empreendimentos somando 530MW de potência, com preço médio final de R\$84,39/MWh. (ANEEL, 2019).

8 ASPECTOS CRÍTICOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

A seguir abordaremos sobre as perspectivas do mercado de energia solar fotovoltaica e as expectativas de desenvolvimento tecnológico frente as mudanças

abruptas que o COVID-19 causou no mercado econômico mundial, através de estudos e pesquisas realizadas pela IHS Markit.

8.1 IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA EUROPA ENTRA EM UMA NOVA ERA DE CRESCIMENTO

A implantação de energia solar fotovoltaica na Europa está entrando em uma nova era de crescimento, amplamente alimentada por um futuro brilhante para sistemas de utilidade pública. Este crescimento é impulsionado por uma combinação de metas da UE (União Europeia) para 2030 e a economia absoluta de geração de energia renovável a partir de energia solar fotovoltaica. Segundo IHS Markit (2021), em termos de tecnologia, esses novos projetos fotovoltaicos estão seguindo uma tendência global de usar inversores de 1500 V¹¹ (ou até mesmo uma tensão mais alta nos próximos anos) e uma crescente penetração de inversores *string*¹².

8.2 OS MAIORES FABRICANTES DE INVERSORES

Segundo PORTAL SOLAR (2020), os maiores fabricantes mundiais de inversores são as empresas chinesas *Sineng*, *Huawei* e *Sungrow*. O mercado de energia solar na China tem apresentado um estrondoso crescimento. No restante do mundo, incluindo principalmente Europa e Américas, fabricantes como a SMA ainda possuem a maior fatia do mercado e lideram a disputa em qualidade e tecnologia.

¹¹ Usualmente um inversor de sistemas fotovoltaicos trabalham com tensões que variam entre 800V de entrada a 220V de saída. Dessa forma, o valor de 1500V é significativamente alto (PORTAL SOLAR, 2020).

¹² Um inversor converte a eletricidade de corrente contínua, que é gerada pelos painéis solares fotovoltaicos em corrente alternada. O Inversor *String* (tradicional/parede), é o inversor mais comum a ser instalado. Os painéis solares são instalados em fila e as fileiras são chamadas *Strings* e depois conectadas ao inversor. As *strings* dos painéis são conectadas ao inversor, daí então o nome Inversor *String* (PORTAL SOLAR, 2020).

8.3 NOVOS COMPROMISSOS CLIMÁTICOS DA CHINA PARA 2030: ALÉM DO PICO DE EMISSÕES

Em dezembro de 2020, segundo IHS Markit (2020), a China assinou metas de carbono para 2030, representando uma parte das novas contribuições pretendidas. Essas metas englobam os seguintes pontos: redução de emissões de carbono por unidade do PIB em mais de 65%; aumentar o uso de combustíveis não fósseis no consumo de energia primária para 25%; aumentar a reserva florestal em 6 bilhões de metros cúbicos; aumentar a capacidade de geração de energia eólica e solar para pelo menos 1200 GW. O objetivo é que no futuro, com a eficiência energética e a mudança da matriz energética, haja uma reestruturação econômica. Pois o preço do carbono poderá se tornar uma ferramenta política poderosa durante a próxima década para apoiar os esforços climáticos.

8.4 COVID-19 E ENERGIA FOTOVOLTAICA: COMO A INDÚSTRIA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA RESISTIRÁ À TEMPESTADE DE UMA PANDEMIA GLOBAL?

Hoje, o mundo está em uma posição única e sem precedentes. A doença causada pelo Corona vírus em 2019 (COVID-19)¹³ tem sido a catalisador para mudanças sísmicas, e uma tempestade de implicações sociais, econômicas e de saúde nunca foi sentida antes em tempos de paz. O próximo período trará grandes desafios para todos os setores, economias e indivíduos. Podem também trazer oportunidades à medida que a recuperação ocorre, e um mundo novo e diferente emerge do outro lado desta crise global.

¹³ Diante da emergência ocasionada pelo coronavírus SARS-CoV-2, o reconhecimento da pandemia pela OMS (Organização Mundial da Saúde) e a declaração de Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN), o Ministério da Saúde tem estabelecido sistematicamente medidas para resposta e enfrentamento da Covid-19 (MS, 2021).

A indústria fotovoltaica, estando tão intimamente ligada às decisões dos formuladores de políticas, sempre esteve sujeita a grandes oscilações de demanda, com mudanças repentinas - e muitas vezes inesperadas. No entanto, nenhum deles foi tão drástico ou tão cercado na incerteza como aquelas que foram feitas em resposta à pandemia global e sua subsequente recessão global.

É verdade que o mundo mudou dramaticamente em um período muito curto. A indústria solar, como tantas outras, enfrentou uma série de desafios imediatos que causaram uma grande interrupção tanto na oferta quanto na demanda, e levou a uma contração abrupta da indústria. No entanto, muitos dos benefícios fundamentais da energia solar permanecem. Isto fornece uma fonte limpa, confiável e local de eletricidade, sem depender do fornecimento global de combustível, com estabilidade e baixos custos de manutenção em comparação com a geração de energia convencional. Esses benefícios serão indiscutivelmente mais relevantes após o COVID-19 do que antes.

9 ANÁLISE E CONCLUSÕES

Sobre o comparativo com outros países, mesmo reconhecendo a necessidade de avanço brasileiro no uso da fonte solar, é importante ressaltar que diferentemente dos países líderes em produção mundial, de matriz energética com base principalmente em combustíveis fósseis, a matriz energética brasileira é predominantemente renovável, com forte presença hidráulica, o que possivelmente diminui o apoio a políticas de incentivo à fonte solar.

Foi visto no decorrer deste trabalho que o Brasil tem buscado durante as últimas décadas se inserir no mercado competitivo da energia solar fotovoltaica e isso tem levado a várias normativas e revisões dos incentivos. O mercado de energia e CO₂ tem perspectivas muito promissoras no futuro, pois eles se baseiam no aumento da eficiência energética e nas preocupações ambientais globais. A energia solar fotovoltaica tem outro fator importante, que é o desenvolvimento tecnológico dos inversores e seus componentes.

Mesmo com a instabilidade econômica, causada recentemente pelo Covid-19, a energia solar fotovoltaica tem grandes projeções devido aos seus benefícios: fornece uma fonte limpa, confiável e local de eletricidade, sem depender do fornecimento global de combustível, com estabilidade e baixos custos de manutenção em comparação com a geração de energia convencional.

Em 2015, foi inaugurada no Brasil a primeira fábrica nacional de painéis fotovoltaicos, a Globo Brasil, com parcerias entre a Associação Brasileira de Energia Elétrica (ABINEE), Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR) e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP). A empresa surgiu com o intuito de contribuir com a necessária ampliação de fontes de energias renováveis no Brasil (GLOBO BRASIL, 2021).

Porém no Brasil, carece mais incentivos à produção tecnológica de componentes para a geração de energia fotovoltaica, o que reduziria bastante seu custo no país. Devido à alta do dólar recentemente e os impactos econômicos causados pela Covid-19 no Brasil, tem-se tornado cada vez mais caro as importações dos equipamentos necessários para a geração de energia solar fotovoltaica.

Dessa forma, os avanços tecnológicos, a economia do mercado de energia e as preocupações ambientais no mundo, atingem diretamente ao mercado de energia renovável no Brasil. Ela representa o quanto o Brasil ainda precisa se desenvolver tanto tecnologicamente, quanto no aproveitamento do seu potencial energético. E espera-se que com o passar dos anos o Brasil invista mais nessa fonte energética e mais pessoas possam não ser apenas consumidores, mas também geradores de energia, pois a energia é fundamental no desenvolvimento da sociedade moderna.

ABSTRACT

This work has as main objective a bibliographic review of photovoltaic energy, legislation and incentives around the world and how they impact Brazil. The study presents a brief history of photovoltaic generation and incentives for the

commercialization of solar energy in five countries (Germany, China, Australia, India and the USA), and how they influence Brazil in technology, incentive policies and regulation, sustainability and efficiency Energy. Then, it is talked about the photovoltaic market in Brazil, how distribution systems are classified and what are the laws and scientific incentives in Brazil, with the main milestones in internal regulation. It was later analyzed in relation to international incentives, major inverter manufacturers, the due aspects of COVID-19 in the photovoltaic energy market, according to future political expectations with the solar photovoltaic industry and limitations in the development of photovoltaic solar energy in Brazil.

Keywords: Photovoltaics. Solar Energy. Legislation. Incentives. Sustainability. Energy Efficiency. Technology. Energy Market. COVID-19.

REFERÊNCIAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 3**; 2017. Disponível em <https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/PRODIST-M%C3%B3dulo3_Revis%C3%A3o7/ebfa9546-09c2-4fe5-a5a2-ac8430cbca99> Acesso em: 06 de maio de 2021.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Leilão de energia garante investimento de R\$ 11,2 bilhões**; 2019. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/leilao-de-energia-garante-investimento-de-r-11-2-bilhoes/656877?inheritRedirect=false> Acesso em: 06 de maio de 2021.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012 Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 0004/2018-SRD/SCG/SMA/ANEEL**; Brasília; 2018.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 876, DE 10 DE MARÇO DE 2020**; Brasília; 2020.

BING HAN, L.D. **China's new 2030 climate commitments: Beyond peak emissions.** (IHS Markit); 2020. Disponível em < <https://ihsmarkit.com/research-analysis/chinas-updated-2030-climate-targets-beyond-carbon-peak.html?ite=994146&ito=1274&itq=1751aed8-1222-428c-a190-fb2601a344c2&itx%5Bidio%5D=435573150>> Acesso em 06 maio 2021.

BLACKMORE, L.D.; **Desastre de Chernobyl: o que aconteceu e os impactos a longo prazo;** National Geographic Brasil; 2019. Disponível em: < <https://www.nationalgeographicbrasil.com/2019/06/o-que-aconteceu-desastre-chernobyl-uniao-sovietica-ucrania-energia-nuclear> > Acesso em: 05 de maio de 2021.

CASAS, P. R.; **Nossa Localização na Via Láctea;** UFMG – Observatório Astronômico Frei Rosário; 2001. Disponível em: <<http://www.observatorio.ufmg.br/pas33.htm>> Acesso em: 21 dez. 2020.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica; **Tipos de Leilões;** CCEE; 2018. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/tipos_leiloes_n_logado?_afLoop=455394122189111&_adf.ctrl-state=z3ahby9vr_1#!%40%40%3F_afLoop%3D455394122189111%26_adf.ctrl-state%3Dz3ahby9vr_5> Acesso em: 01 maio 2021.

ELETROBRAS; Centrais Elétricas Brasileiras; **Energia Solar aplicada aos Centros Comunitários de Produção;** Divisão de estudos técnicos de projetos setoriais; ELETROBRÁS; Rio de Janeiro; 2016.

FRANÇA, V.C; **Inserção da Energia Fotovoltaica no Brasil: Uma avaliação de Incentivos;** 2016; Dissertação de Mestrado; Universidade de Brasília.

GALDINO, Marco Antônio; PINHO, João Tavares; **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos;** Grupo de Trabalho de Energia Solar GTES; CEPEL – DTE – CRESESB; Rio de Janeiro; 2014.

GLOBO PAINÉIS, Indústria Brasileira de Painéis Solares; **Sobre nós;** 2021. Disponível em: < <https://www.paineisglobobrasil.com.br/sobre-nos/>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

GONÇALVES, C. V.; **Aplicação da modicidade tarifária como direito subjetivo do indivíduo de acesso ao serviço público**; Jus Navigandi; Disponível em <<https://jus.com.br/artigos/25342/aplicacao-da-modicidade-tarifaria-como-direito-subjetivo-do-individuo-de-acesso-ao-servico-publico>> Acesso em: 06 maio 2021.

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

IHS MARKIT, Information Handling Services; **About**; 2021. Disponível em:<<https://ihsmarkit.com/about/index.html>> Acesso em: 01 maio 2021.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; **Atlas Brasileiro de Energia Solar ganha nova edição após dez anos**; 2017. Disponível em: <<http://www.inpe.br/informativo/08/nota03>>. Acesso em: 01 maio 2021.

LIU, E.; OLIVIA, F. L.; GROSSI, C.C., GASPAR, M.A., & LAMENZA, A; **A China em 2020: Nível de Capital da Economia Atual**; FACEF Pesquisa; v 11 n 3, p. 338-348; 2008.

MME, Ministério de Minas e Energia; **A mineração Brasileira - Produto 27 – Quartzo**; Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral _SGM.; MME; 2009.

MME, Ministério de Minas e Energia; **Estudo e propostas de geração fotovoltaica conectada à rede, em particular em edificações urbanas**; MME; Brasília; 2009.

MS, Ministério da Saúde; **Coronavírus - Como se proteger?**; 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-se-proteger>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

NASCIMENTO, R. L.; **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas**; Consultoria Legislativa, Câmara dos Deputados; Brasília; 2017.

PORTAL SOLAR; **Energia Solar Fotovoltaica na China**; BV Financeira - Financiamento para energia solar; 2016. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-origem-da-energia-solar.html#:~:text=A%20origem%20da%20energia%20solar%20fotovoltaica%20ocorreu%20em%201839%2C%20com,Russell%20Shoemaker%20Ohl%2C%20em%201954>> Acesso em: 13 jan. 2021.

PORTAL SOLAR; **História e Origem da Energia Solar**; BV Financeira - Financiamento para energia solar; 2017. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-na-china#:~:text=Desde%202017%2C%20a%20China%20%C3%A9,da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20prim%C3%A1ria>> Acesso em: 27 maio 2021.

PORTAL SOLAR; **O Inversor Solar**; BV Financeira - Financiamento para energia solar; 2020. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>> Acesso em: 06 jun. 2021.

REN21, Renewables Now; **Who we are**; 2019. Disponível em: <https://www.ren21.net/about-us/who-we-are/> Acesso em: 27 maio 2021.

REN21, Renewables Now; **Renewables 2020 Global Status Report**; REN21; 2020.

ROSA, André Henrique, L.F.; **Meio ambiente e sustentabilidade**; Porto Alegre; Bookman, 2012.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; **Cadeia de Valor da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**; SEBRAE; Brasília; 2017.

VALLÊRA, Antônio M.; M.C. **Meio século de História Fotovoltaica**; Gazeta de Física, v. 29 n. 1, p. 10-15; 2006.

VELOSO, C. K. P. R. V. (et al); **Eficiência Energética e Energias Renováveis.**; ANALECTA – Centro Universitário Academia, n 5; 2019.

YUCING, G.G; **China: o impacto das reformas econômicas chinesas dentro e fora do país**; Conjuntura Internacional. (PUC Minas Conjuntura); 2019. Disponível em: <<https://pucminasconjuntura.wordpress.com/2013/09/07/china-o-impacto-das-reformas-economicas-chinesas-dentro-e-fora-do-pais/>> Acesso em: 27 maio 2021.