

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA  
CURSO DE GRADUAÇÃO TECNOLÓGICA EM  
PROCESSOS GERENCIAIS

EDUARDO HENRIQUE DA SILVA  
GLEYSCE KELLY ANANIAS DA SILVA  
OLGA SOMMER

**ANÁLISE DO POTENCIAL DA ENERGIA SOLAR  
FOTOVOLTAICA NO NORDESTE DO BRASIL**

RECIFE/2021

# **ANÁLISE DO POTENCIAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO NORDESTE DO BRASIL**

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de tecnólogo em Processos Gerenciais.

Professora Orientadora: Mestre Wilka Mayra Ferreira Gomes Monteiro

RECIFE/2021

S697a

Sommer, Olga

Análise do potencial da energia solar fotovoltaica no Nordeste do Brasil. Olga Sommer; Eduardo Henrique da Silva; Gleyce Kelly Ananias da Silva. - Recife: O Autor, 2021.

41 p.

Orientadora: Me. Wilka Mayra Ferreira Gomes Monteiro.

Trabalho De Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Tecnólogo em Processos Gerenciais, 2021.

1.Energia Solar. 2.Fotovoltaica. 3.Sustentabilidade.  
4.Nordeste. 5.Incentivos. I. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. II. Título.

CDU: 658

EDUARDO HENRIQUE DA SILVA  
GLEYCE KELLY ANANIAS DA SILVA  
OLGA SOMMER

## **ANÁLISE DO POTENCIAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO NORDESTE DO BRASIL**

Artigo aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Gerenciais, pelo Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, por uma comissão examinadora formada pelos seguintes professores:

---

Prof.º Mestre Wilka Mayra Ferreira Gomes Monteiro  
Professora Orientadora

---

Prof.º Me. Urbano Cabral da Nobrega Neto  
Professor Examinador

---

Prof.º Ma. Sylvia Karla Gomes Barbosa  
Professora Examinadora

---

Prof.º Esp. Andrezza Paula Silva Lima  
Professora Examinadora

---

Prof.º Me. Daniel França da Rocha  
Professor Examinador

---

Prof.º Ma. Lorena Vieira Santos Rodrigues  
Professora Examinadora

Recife, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

NOTA: \_\_\_\_\_

*Dedicamos o trabalho aos futuros empreendedores e às futuras empreendedoras.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos, primeiramente a Deus, por essa oportunidade de viver e concluir nossa tão esperada graduação, a nossa família, que são nossos maiores incentivadores nessa trajetória desafiadora, aos amigos e às amigas da graduação que estiveram presentes, mesmo em um momento tão caótico que vivemos.

À nossa orientadora Professora Wilka Mayra Ferreira Gomes Monteiro por todo o empenho e paciência demonstrada para nos auxiliar na melhor construção desse sonho.

Ao nosso professor e examinador Professor Urbano Cabral da Nobrega Neto pelas correções do texto e boas dicas para que possamos melhorar cada vez mais.

Ao nosso amigo Mateus pelo interesse no nosso trabalho, pelo encorajamento e pela leitura do nosso texto.

*“Ao fundar-se no amor, na humildade, na fé nos homens, o diálogo se faz uma relação horizontal, em que a confiança de um pólo no outro é consequência óbvia. Seria uma contradição se, amoroso, humilde e cheio de fé, o diálogo não provocasse este clima de confiança entre seus sujeitos.”*

*(Paulo Freire, Pedagogia do Oprimido)*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>9</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Sustentabilidade por meio da energia solar fotovoltaica.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Sistemas fotovoltaicos.....</b>	<b>11</b>
3.2.1 <i>Painel solar fotovoltaico.....</i>	13
3.2.2 <i>Preços dos painéis fotovoltaicos no mundo e sua tendência.....</i>	14
<b>3.3 Cenário mundial da Energia Solar fotovoltaica e seu crescimento.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Potencial e crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil.....</b>	<b>17</b>
3.4.1 <i>Crescimento nacional da geração de energia solar.....</i>	18
3.4.2 <i>Modelos de geração de energia solar fotovoltaica no Brasil.....</i>	20
<b>3.5 Irradiação e potencial da energia solar fotovoltaica no Nordeste.....</b>	<b>22</b>
3.5.1 <i>A situação favorável da região Nordeste para produzir energia solar FV.....</i>	23
<b>3.6 Incentivos governamentais no Brasil para investir em sistemas FV.....</b>	<b>25</b>
3.6.1 <i>Incentivos tributários para investir em sistemas solar FV.....</i>	25
3.6.2 <i>Incentivos financeiros, como linhas de financiamento a taxas de juros.....</i>	28
3.6.3 <i>Leilões de energia renovável.....</i>	29
<b>3.7 Geração de empregos no setor solar FV no Brasil e no mundo.....</b>	<b>32</b>
3.7.1 <i>Ascensão de novas empresas no setor fotovoltaico.....</i>	34
3.7.2 <i>Exemplo da Solar Coca-Cola.....</i>	35
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## ANÁLISE DO POTENCIAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO NORDESTE DO BRASIL

Eduardo Henrique Da Silva

Gleyce Kelly Ananias Da Silva

Olga Sommer

Wilka Mayra Ferreira Gomes Monteiro<sup>1</sup>

### **Resumo:**

Com o grito global por uma produção e formas de vida mais sustentáveis, a produção de energia elétrica através de painéis solares ganhou uma importância significativa nos últimos anos. O objetivo deste trabalho é, através de uma pesquisa bibliográfica, apresentar e discutir o potencial da energia solar fotovoltaica (FV) na região Nordeste, compreender os incentivos atuais e demonstrar os benefícios dessa tecnologia e a sua sustentabilidade. Os resultados mostram que o Nordeste não só tem grande potencial devido à sua alta radiação solar, mas a instalação de sistemas solares tem aumentado exponencialmente desde 2017. A geração dessa energia acontece através da geração distribuída (GD) e da geração centralizada (GC). O Nordeste desempenha um papel importante na GC porque ocupa 70% do potencial total instalado no país. O governo brasileiro criou incentivos para aumentar o investimento: isenções fiscais para tornar a compra e instalação de sistemas solares mais acessíveis e leilões de energia para projetos solares de larga escala. O cenário internacional também favoreceu este crescimento. O número de painéis solares instalados no mundo aumentou cem vezes nos últimos 15 anos e o preço de mercado caiu, o que contribuiu significativamente para a disseminação desta energia renovável. Por último, o setor já criou 347.000 empregos no Brasil, e a previsão é de 11,5 milhões no mundo até 2050, com as mulheres tendo melhores oportunidades do que em outros setores de energia. Desta forma compreende-se a região Nordeste do Brasil como importante para esse desenvolvimento social, sustentável, econômico e expansão da tecnologia solar fotovoltaica no país, seu potencial e outras análises serão relatadas ao longo deste trabalho.

**Palavras-chave:** Energia Solar Fotovoltaica. Sustentabilidade. Nordeste. Incentivos.

---

<sup>1</sup> Professora da UNIBRA. Professora Ma. Wilka Mayra Ferreira Gomes Monteiro Mestre em Gestão Pública pelo programa de Pós-Graduação em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste MGP da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Possui graduação em Administração pela Faculdade Integrada de Pernambuco (2009). Servidora pública federal, atuando na Coordenação de Acompanhamento e Monitoramento de Egressos (CAME) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Atualmente exerce a docência no Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração pública. E-mail para contato: prof.wilkamonteiro@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica (FV) tem experimentado um tremendo boom mundial nos últimos anos e, juntamente com outras energias renováveis, o mundo está lutando por um modo de vida mais sustentável, o que significa a redução dos combustíveis fósseis ou sua substituição por energias renováveis sustentáveis. O Brasil é pioneiro em energia renovável em escala internacional: ele já gera mais de 60% de sua energia a partir de energia hidrelétrica (ANEEL, 2021). Entretanto, em regiões como o Nordeste do Brasil, a água está se tornando escassa. Fala-se também de uma crise hídrica.

Devido à escassez de chuva, observou-se a necessidade de recorrer a meios alternativos de produção de energia, como, por exemplo, a energia solar FV. Por ser uma fonte renovável e sustentável, esse tipo de energia proporciona um maior equilíbrio da matriz energética brasileira e apresenta grande potencial na região Nordeste, devido aos grandes índices de irradiação solar observados ao longo do ano (PEREIRA *et al.*, 2017 *apud* BEZERRA, 2021).

Um dos efeitos da crise hídrica são os aumentos na tarifa de energia elétrica para o/a consumidor/a, sendo pessoa física ou jurídica, que passa a enxergar a tecnologia solar fotovoltaica como uma das alternativas viáveis para a produção própria de energia elétrica (ALTOÉ; RIBEIRO, 2020).

Aspectos político-econômicos e de sustentabilidade deram ainda mais relevância sobre esse assunto que utiliza como fonte principal o sol para funcionamento de seu sistema. Vale lembrar que o sol é um recurso inesgotável e renovável, disponível a todos.

A normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 482/2012, de 17 de abril de 2012 (BRASIL, 2012) que permite ao consumidor produzir a própria energia elétrica por meio de fontes renováveis, surge como um marco nesse cenário. Tal normativa classifica dois tipos de geração: a microgeração distribuída, com central geradora até 75 quilowatts ( $kW^2$ ), e a minigeração distribuída, aquelas com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 megawatts (MW).

---

<sup>2</sup> Watt é uma medida de potência (1.000kW=1MW). Quanto mais painéis solares instalados, maior a potência.

Outra normativa, a RN 687/2015 de 24 de novembro de 2015 (BRASIL, 2015) foi muito importante para que a energia solar chegasse a um número maior de consumidores, que antes não tinham acesso a essa tecnologia. Além disso, existem incentivos privados e públicos que facilitam a expansão dessa tecnologia. Pelos motivos citados acima, e ainda, por ser um tema pouco conhecido e pouco divulgado na população, o objetivo deste trabalho é apresentar e discutir o potencial da energia solar fotovoltaica na região Nordeste, compreender os incentivos atuais e demonstrar os benefícios dessa tecnologia e a sua sustentabilidade.

## 2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Desde o processo de *brainstorming*<sup>3</sup>, a proposta do tema desejado sempre foi o envolvimento de uma maior sustentabilidade para o nosso planeta. Algo que pudesse impactar a vida das pessoas, que ainda não estivesse tão disseminado e que pudesse ser bastante explorado. Foi relevante o fato de um dos/as autores/as já trabalharem com energia solar fotovoltaica, tendo uma empresa que presta de serviço nessa área. Além disso, foi entendido que esse tema era atual, que envolvia sustentabilidade e que era discutido no mundo inteiro.

A partir desse momento, com o objetivo de entender e analisar o potencial da energia solar fotovoltaica no Nordeste do Brasil, foi feita uma revisão da literatura científica existente. Através dessa pesquisa inicial pode-se delimitar o tema e formular o objetivo do trabalho.

Segundo Machado e Traina (2009) e Pizzani et al. (2012), o primeiro passo de uma pesquisa bibliográfica é ter uma clara definição e delimitação do objetivo da pesquisa, depois, inicia-se uma busca mais geral sobre o tema até achar fontes chaves que serão selecionadas para a redação do trabalho.

---

*Brainstorming*<sup>3</sup>, também chamada de tempestade de ideias, é uma técnica para solucionar problemas.

Conforme sugerido por Martinelli *et al.* (2020, p. 474), o material do presente trabalho se baseia, entre outros, em “livros, revistas, dissertações, teses, trabalhos de congressos, simpósios e seminários” para assegurar a qualidade do trabalho e evitar possíveis reproduções.

Nesse sentido, o presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica, classificada como básica e exploratória, representando uma aproximação com o tema através do levantamento do material bibliográfico, sem aplicação prática.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No decorrer da pesquisa bibliográfica foram encontrados alguns aspectos teóricos, que foram entendidos para apropriar-se do tema. Estes foram: sustentabilidade por meio de energia solar fotovoltaica (FV) o potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil com ênfase na região Nordeste; modelos de geração de energia solar FV no Brasil; incentivos governamentais no Brasil para investir em sistemas FV; o crescimento do setor solar FV a nível global; e a geração de empregos no setor solar FV.

Tendo como base os objetivos citados acima, a partir de agora, serão apresentados cada um desses aspectos e a sua relevância.

#### **3.1 Sustentabilidade por meio da energia solar fotovoltaica**

Durante muito tempo a produção de energia elétrica vem utilizando de meios naturais para suprir a necessidade energética mundial. Porém, como o grande aumento da população mundial e o aumento dessa produção energética, não foram calculados os possíveis danos causados ao meio ambiente.

Segundo Gore (2010 *apud* ECOINOVAR, 2019, p. 1), “a civilização humana e o ecossistema terrestre estão entrando em choque, e a climática é a manifestação mais proeminente, destrutiva e ameaçadora desse embate.” A realidade atual vai de encontro às palavras do autor, o mundo e Brasil vivem hoje essa situação devido aos grandes aumentos de emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera.

Grande parte da população mundial utiliza energia elétrica, mas não sabe a origem dessa produção energética, se foi de uma fonte sustentável ou poluidora. Por isso o mercado de energia vem buscando cada vez mais alternativas para diminuir o

impacto que tais fontes podem trazer ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2011). Ainda de acordo com o mesmo autor, o fornecimento de eletricidade por meios renováveis, como o da energia solar, podem assumir um papel importante nessa solução para diminuir o impacto ao meio ambiente.

Hoje o Brasil utiliza em sua maioria as hidrelétricas para fonte de energia, e ativam as usinas termelétricas para suprir a necessidade energética do país. Essa segunda fonte apresenta grande desvantagens ao meio ambiente, por outro lado a energia fotovoltaica é considerada vantajosa devido a sua não emissão de gases do efeito estufa (GEE) e outros poluentes durante seu processo de implantação e operação (PERAZZOLI; GOBBI; TIEPOLO, 2020).

Segundo Hosenuzzaman et al. (2015) os pontos principais para a utilização desse meio de produção de energia são: os benefícios à saúde, devido a sua não emissão de GEE (evitando problemas respiratórios e cardíacos), e a não geração de ruídos na sua operação. O Brasil vem buscando alternativas para diversificar suas fontes de produção de energia, aumentando a participação de fontes renováveis. Isso devido ao compromisso apresentado às Nações Unidas para a diminuição da emissão de gases do efeito estufa, esse evento é conhecido como Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança no clima, em inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC).

Entendido os aspectos importantes da sustentabilidade na produção energética, será apresentado modelos de sistemas fotovoltaicos existentes.

### **3.2 Sistemas fotovoltaicos**

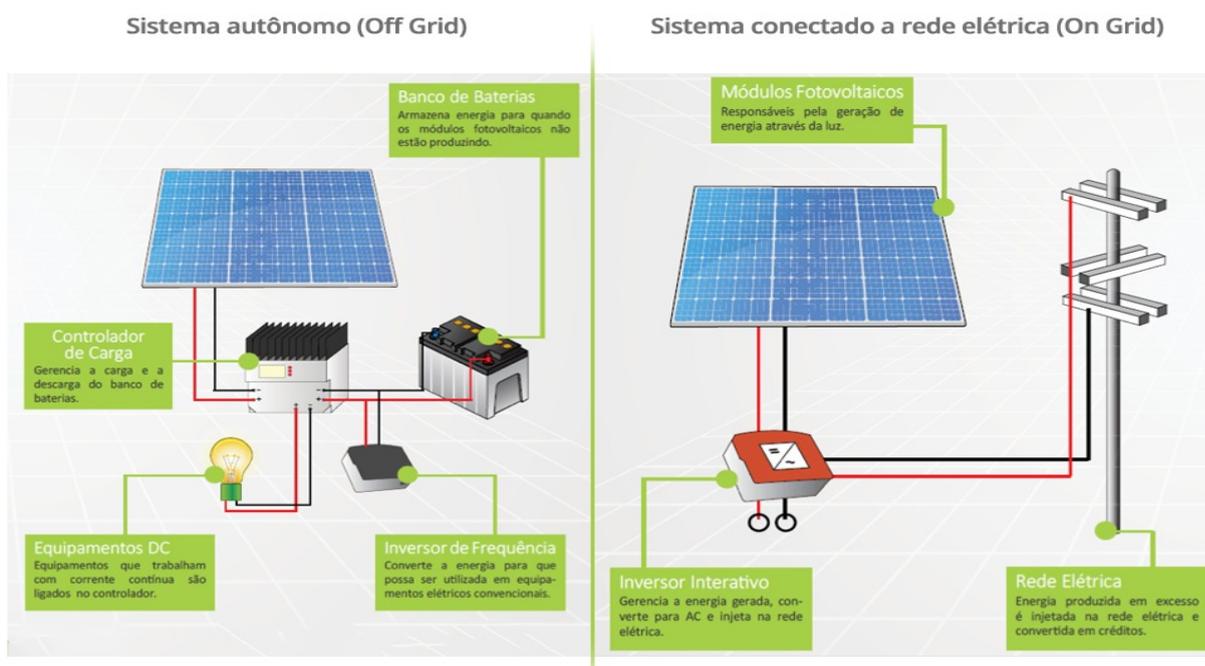
Se tratando de sistema solar fotovoltaico, não existe um padrão a ser utilizado por todos os consumidores. É importante entender a necessidade de cada futuro usuário do sistema e optar pelo melhor custo benefício. Esse processo deve ser feito por uma empresa ou profissional qualificado para elaboração e execução de projeto. Hoje existem dois modelos de sistemas, o on-grid (ligado à rede elétrica) e off-grid (autônomo ou isolado). Falaremos desses modelos a seguir:

Sistema ligado na rede (ON-GRID): Esse tipo de sistema é ligado a rede elétrica da distribuidora de energia. Os painéis fazem a captação da irradiação solar gerando energia em corrente contínua, essa energia chega ao inversor que transforma essa energia contínua em alternada, após isso essa energia produzida é inserida na rede elétrica da distribuidora local (PEREIRA; OLIVEIRA, 2013). Esse modelo acaba sendo mais procurado pois onde a rede elétrica estiver presente, se torna viável esse modelo de sistema solar fotovoltaico.

Sistema autônomo ou isolado (OFF-GRID): Esse sistema é utilizado onde existe uma carência de energia elétrica, normalmente esse modelo é instalado onde não chega a rede elétrica da distribuidora local (GAZOLI, 2002). Os painéis fotovoltaicos captam a irradiação solar, gera energia que carregam baterias, à noite essas baterias fornecem a energia para ponto de iluminação ou monitoramento (SCHUCH, 2010). Esse tipo de sistema normalmente atende um ponto de uso e caracteriza por ser de menor potência.

A Figura 1 mostra uma ilustração dos sistemas mais utilizados hoje: off-grid e on-grid.

**Figura 1** - Diferença entre sistema off-grid e on-grid



Como observado na Figura 1, ambos os modelos usam como fonte de captação e produção de energia os painéis fotovoltaicos, sendo a o diferencial entre elas a opção de uso pelo off-grid para pequenos e pontuais consumos, enquanto o sistema on-grid utilizado normalmente para suprir a o consumo de residências, comércios e indústrias, pois sua potência pode ser muito maior devido a conexão com a rede de distribuidora elétrica.

### *3.2.1 Painel solar fotovoltaico*

Os painéis solares ou módulos são os principais componentes da geração de um sistema solar fotovoltaico. O conjunto desses módulos completam a primeira parte do sistema e são responsáveis pela captação da irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica (PEREIRA; OLIVEIRA, 2011)

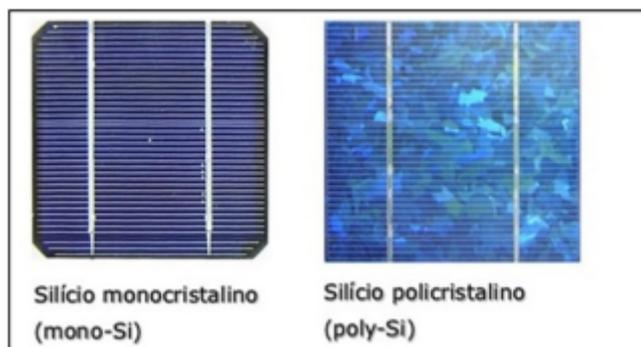
Com o aumento da demanda na contratação de sistemas fotovoltaicos, o avanço da tecnologia também vem crescendo. A exploração de novos materiais e componentes tem sido incansável no setor da tecnologia fotovoltaica (FV). Hoje o Silício (Si) é o principal material na fabricação das células FV, e tem sido explorado de diversas formas, as principais são: monocristalino e policristalino (CEMIG, 2012).

Módulos fotovoltaicos Silício Monocristalino: Segundo Miranda (2015), a maioria dos módulos fotovoltaicos monocristalinos são feitos a partir de uma fatia de um único grande cristal, mergulhado em silício fundido. Durante o processo, o cristal recebe uma pequena dose de boro, formando assim um semicondutor. Esse semicondutor é cortado e introduzido partículas de fósforo em alta temperatura, garantindo dessa forma a segurança, qualidade e eficiência do material (CEPEL; CRESEB, 2004)

Módulos fotovoltaicos Silício Policristalino: A sua eficiência é pouco menor que os módulos monocristalinos, isso porque ao invés de ser formado por um único cristal, ele é fundido e solidificado, transformando em grandes quantidades de cristais ou grãos. Em função disso o seu custo dos módulos policristalinos se tornam mais baratos quando comparado aos monocristalinos (RUTHER, 2004)

Na Figura 2 é demonstrado a diferença visual dos módulos por silício monocristalino e policristalino.

**Figura 2** - Diferença visual entre células de silício monocristalino e policristalino



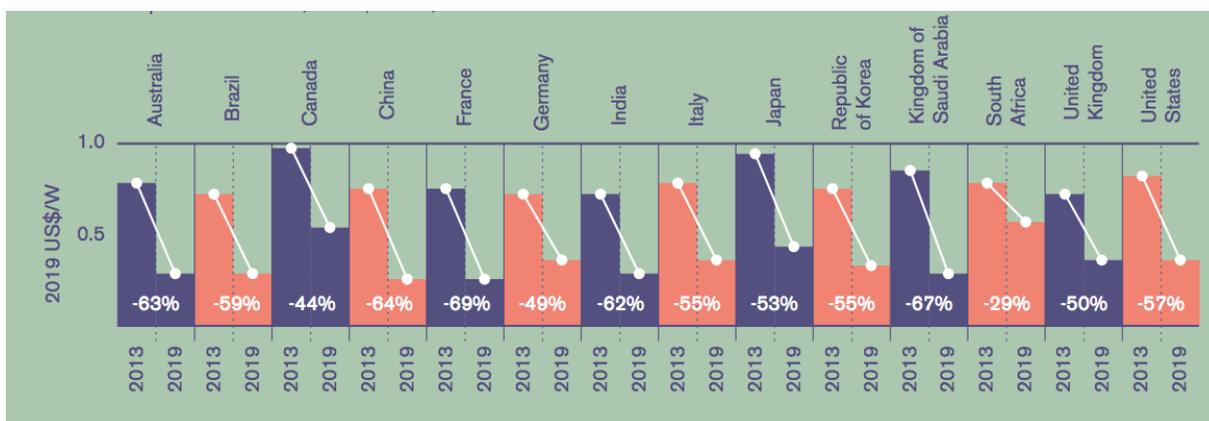
Fonte: CEPEL, 2013

Entendido a importância da sustentabilidade no processo de produção de energia elétrica por meio da energia solar fotovoltaica e a composição de sistemas fotovoltaicos, abordaremos o crescimento dessa tecnologia em escala mundial, nacional e com ênfase na região do Nordeste brasileiro.

### 3.2.2 Preços dos painéis fotovoltaicos no mundo e sua tendência

De acordo com o Gráfico 4, com o aumento da capacidade, os custos de instalação de painéis solares fotovoltaicos, bem como o custo da eletricidade para a energia fotovoltaica, diminuíram drasticamente nos últimos 10 anos. Segundo WTO e IRENA (2021) o custo da eletricidade gerada por usinas fotovoltaicas diminuiu mundialmente 77% entre 2010 e 2018, tornando a FV a tecnologia de geração de eletricidade mais competitiva em muitos países.

**Gráfico 4** - Preços médios anuais dos painéis FV por mercado



Fonte: Extraído de WTO e IRENA (2021 *apud* IRENA, 2019)

Como demonstra o Gráfico 4, cada vez mais, a capacidade solar FV recentemente instalada custa menos do que as opções de geração de energia mais baratas baseadas em combustíveis fósseis. Com as previsões atuais da IRENA (2021) declarando que os custos totais instalados poderiam diminuir para até USD 340/kW até 2030 (em 2019 o custo médio era USD 995/kW). Isto significaria uma redução de aproximadamente três quartos vezes em relação aos valores atuais. Embora estas reduções de custos não estejam ocorrendo na mesma medida em todas as regiões, pode ser observada uma redução crucial dos custos no mundo todo, inclusive no Brasil, que baixou 59% entre 2013 e 2019.

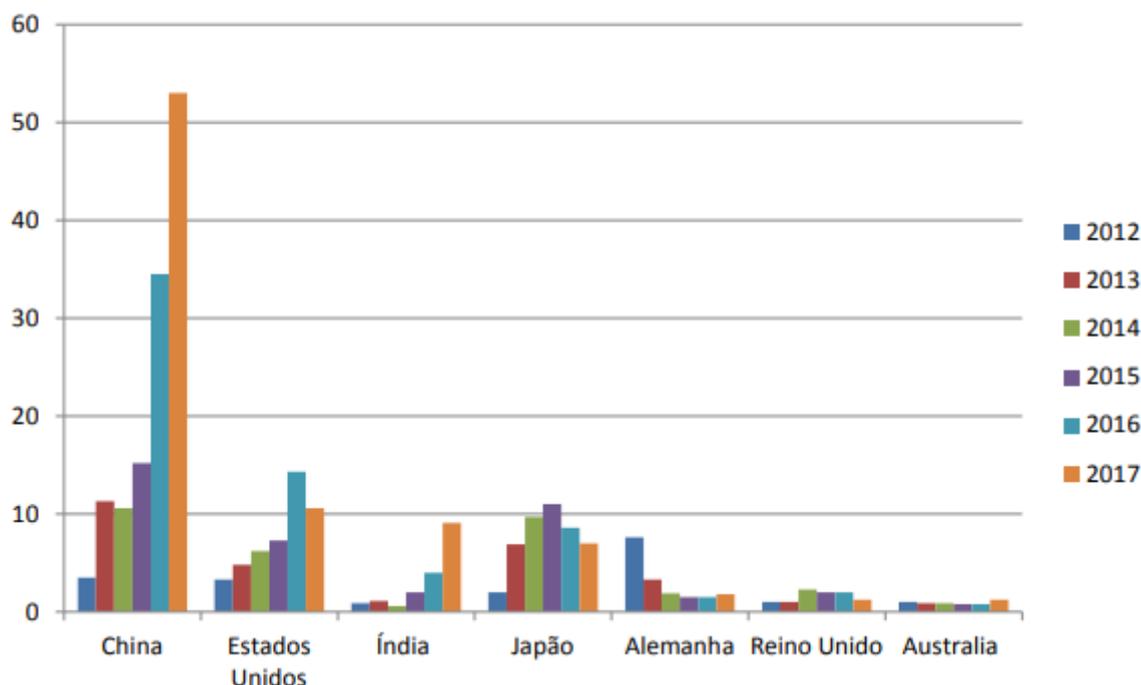
Entende-se que essa curva vem acontecendo devido a oferta e demanda, e ao crescimento da concorrência no setor. Aspectos de crescimento do setor a nível mundial e Brasil serão analisados a seguir.

### **3.3 Cenário mundial da Energia Solar fotovoltaica e seu crescimento**

Claramente, meios de tornarem a produção de energia limpa e renovável é de assunto global, desta forma governos e nações estão em busca de melhorar o aspecto sustentável e energético dos países. Desta forma, a energia solar fotovoltaica se torna um alternativa na aliança desses objetivos mundiais.

Segundo o relatório da Agência Internacional de Energia (IEA) (2021), após alguns com avanços pouco expressivos a nível global, a partir de 2015 com crescimento em cerca de 25%, o mercado continuou a subir nos outros dois anos consecutivos. A China foi a maior contribuinte para esse avanço global, seu desenvolvimento fotovoltaico significou cerca de 54% de toda a capacidade instalada em 2017, comparado ao ano anterior. Ainda de acordo com a IEA (2021), China e Estados Unidos lideram esse avanço da tecnologia no cenário mundial. Esse crescimento será demonstrado no Gráfico 1.

**Gráfico 1** - Capacidade anual de instalações dos principais mercados fotovoltaicos do mundo, ao longo dos últimos 5 anos em gigawatts (GW) em eixo vertical.



Fonte: Extraída da IEA (2021)

Segundo o Gráfico 1, a China lidera com folga quanto ao potencial de instalações de energia solar fotovoltaica no mundo, nota-se um grande salto entre 2016 e 2017. Hoje ela lidera o ranking global com cerca de 32% do total mundial.

Por outro lado os Estados Unidos demonstram uma leve queda nas instalações entre 2016 e 2017, caso que foi o oposto quando comparado a Índia, que ocupou o terceiro lugar com um crescimento significativo entre 2016 e 2017 (IEA, 2021).

A rápida implantação da energia solar FV levou a um aumento drástico da capacidade instalada mundialmente. Nos últimos quinze anos, a capacidade instalada de sistemas FV aumentou 100 vezes, ajudado muito pelo surgimento de uma cadeia de fornecimento de energia solar FV globalmente integrada. Segundo projeções da Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA, 2021), que promove o uso de energias renováveis, a capacidade instalada de energia solar FV continuará a aumentar para mais de 5.200 gigawatts (GW) em 2030 e para 14.000 GW em 2050 (em 2021 foram 707 GW), o que representaria 43% da

capacidade instalada global de energia. Já em 2018, a capacidade solar fotovoltaica instalada aumentou mais rapidamente do que os combustíveis fósseis e as tecnologias de geração de energia nuclear combinadas, de acordo com o Gráfico 3.

**Gráfico 2** - Potência de energia solar FV instalada por região do mundo



Fonte: Extraído de WTO e IRENA (2021)

Como o Gráfico 3 mostra, dois terços das novas instalações solares fotovoltaicas em todo o mundo ocorreram na Ásia, seguida pela Europa e América do Norte. Em nível global, a China lidera o grupo de países com a maior instalação fotovoltaica, seguida pelo Japão, Estados Unidos e Alemanha. Essa diferença expressiva da China deve-se à sua mão de obra barata e por ser o maior produtor de sistemas solares a nível global. Espera-se que novos mercados ganhem importância no futuro, ou seja, os da América Latina, Oriente Médio, Norte da África e Sul da Ásia. Além da capacidade instalada, os investimentos em energia solar fotovoltaica cresceram consideravelmente de USD 77 bilhões em 2010 para USD 114 bilhões em 2018, e espera-se que atinjam USD 165 bilhões até 2030.

### 3.4 Potencial e crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil

O Brasil é classificado como o maior mercado de energias renováveis da América Latina (IEA, 2021), e um dos maiores produtores e consumidores de energia

em escala mundial (Enerdata, 2019). Mas quando tratando de energia solar fotovoltaica o país ocupa pouco espaço no cenário mundial, quando comparado a grandes países do mundo.

O Brasil recebe níveis superiores de irradiação solar em comparação com outros países europeus e tem uma baixa variação durante o dia, causada pela sua localização na zona intertropical (MARTINS; PEREIRA; ABREU, 2007).

Segundo a Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA, 2014 *apud* CAMARGO, 2015), entidade que promove a utilização de energias renováveis em países desenvolvidos e em desenvolvimento, esse potencial pode ser demonstrado na tabela 1.

**Tabela 1** - Irradiação solar e área, por país

Irradiação solar (kWh/m <sup>2</sup> /dia)				
País	mínima	máxima	média	área (mil. km <sup>2</sup> )
Alemanha	2,47	3,42	2,95	357,02
França	2,47	4,52	3,49	543,97
Espanha	3,29	5,07	4,18	504,97
Brasil	4,25	6,75	5,50	8.515,77

Fonte: Extraído de SWERA (2014 *apud* CAMARGO, 2015)

Como observado na Tabela 1, a média por dia de irradiação solar no Brasil é mais alta que na Alemanha, na França e na Espanha, países que já utilizam muito bem essa tecnologia. Em relação a radiação máxima, o Brasil apresenta praticamente o dobro em comparação com a Alemanha no período máximo. Destaca-se também o potencial territorial mais abrangente em comparação aos mesmos países para a utilização da energia solar fotovoltaica

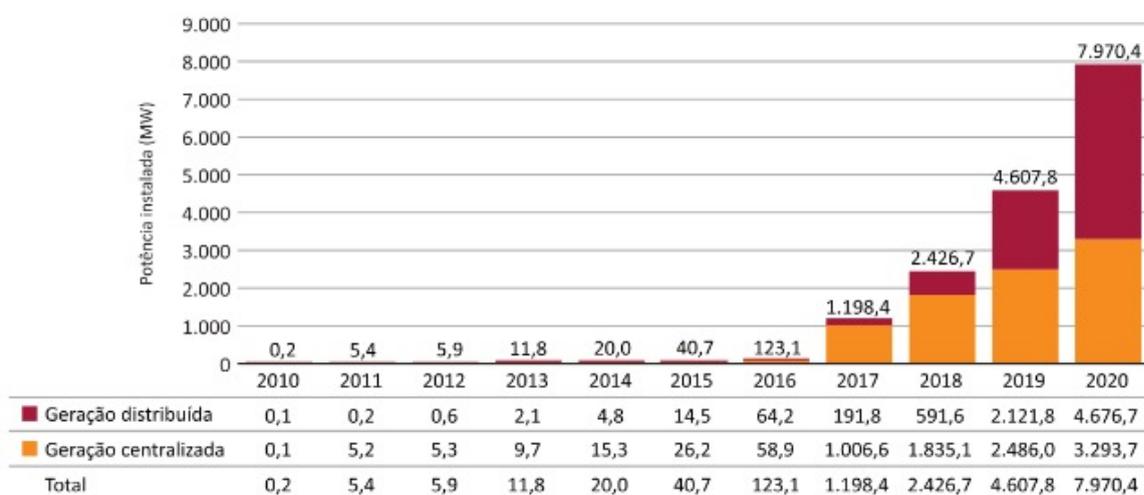
#### 3.4.1 Crescimento nacional da geração de energia solar

Nas redes sociais e televisão o tema de energias alternativas em busca de fugir do aumento das tarifas de energia elétrica está em evidência. Como o

consumidor está procurando alternativas para baratear seu custo no consumo de energia, este capítulo detalha melhor o comportamento do consumidor final.

Em análise detalhada realizada pela ANEEL (2021 *apud* BEZERRA, 2021), a energia solar fotovoltaica apresenta tendência de crescimento nas duas modalidades de geração, a distribuída e a centralizada, na matriz energética brasileira, como demonstrado no Gráfico 2.

**Gráfico 2** - Evolução da capacidade instalada de geração de energia solar no Brasil (MW)



Fonte: Extraído de ANEEL (2021 *apud* BEZERRA 2021)

Como demonstrado no Gráfico 1, houve um crescimento significativo na potência instalada de energia solar a partir do ano de 2017, tanto na modalidade de geração distribuída (GD), como na modalidade de geração centralizada (GC). O aumento maior se deu na GD que tem por característica principal atender ao consumidor de menor geração. Essa curva de crescimento vem se mantendo ao longo desses anos, de 2017 até hoje (ANEEL, 2021).

Em dados recentes divulgados pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) (2021), a fonte solar no Brasil atingiu até outubro de 2021 um novo recorde anual na geração distribuída. Com 7,3 gigawatts (GW) de potência instalada, até esse momento, o que já supera todo o ano anterior, que registrou uma marca abaixo de 5 GW.

Segundo Ronaldo Koloszuk (OLIVIERI, 2021), presidente da ABSOLAR, a energia solar tem ajudado nos aspectos econômicos e ambientais, pois diminui a ligação de usinas termelétricas fósseis<sup>3</sup> que são mais caras e poluentes, responsáveis pela alta taxa na conta de luz conforme a bandeira vermelha (essa bandeira sinaliza um custo de energia mais elevado). Outra questão ambiental que impacta na conta de luz é a bandeira de escassez hídrica, que foi criada para frear a produção de energia através de hidrelétricas, uma vez que o Brasil está passando por uma crise hídrica. Ou seja, quanto mais energia solar FV instalada, menos o Brasil dependerá da energia hidrelétrica, especialmente em regiões com maior risco de escassez hídrica como na região Nordeste.

De acordo com Rodrigo Sauaia (OLIVIERI, 2021), diretor executivo da ABSOLAR, a energia solar será fundamental para o governo atingir as metas de desenvolvimento econômico e ambiental.

Nesse processo, meios foram desenvolvidos para facilitar o alcance da tecnologia solar FV a todos. Com pouca facilidade para ter acesso ao conhecimento da tecnologia e pouca visibilidade dos benefícios ao potencial consumidor, foram necessários incentivos públicos e privados para seu avanço em todo o território nacional. Nesse sentido, duas modalidades foram estabelecidas durante o processo: a de geração distribuída (GD) e a de geração centralizada (GC) (ANEEL, 2021).

#### *3.4.2 Modelos de geração de energia solar fotovoltaica no Brasil*

A modalidade de GD é aquela em que os painéis ficam instalados em telhados de residências, prédios, comércios e indústrias, podendo também utilizar estrutura solo. Com 63% da potência total instalada da energia solar FV no país, a modalidade de GD é atualmente a força líder no setor da energia solar FV.

A modalidade de GC é caracterizada pelo alto potencial de geração solar onde os painéis ficam centralizados em um único local. Na grande maioria das vezes, a sua estrutura é feita em solo, tendo espaço suficiente para grandes gerações energéticas (usinas solares ou parque usinas).

---

<sup>3</sup> Usinas termelétricas produzem energia por meio da queima de combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral e gás natural.

O crescimento significativo dessas duas modalidades de geração de energia solar no Brasil começou a partir de 2012, após uma sequência de normativas que vem ajudando no marco legal dessa tecnologia (ANEEL, 2021).

Geração distribuída (GD): A normativa 482/2012, foi crucial para o avanço da GD, que veio a permitir que o consumidor produzisse sua própria energia elétrica por meios sustentáveis, através da energia solar fotovoltaica. O baixo impacto ambiental, a redução na carga da rede elétrica, a minimização das perdas de energia e uma maior diversificação da matriz energética, são estímulos que justificam o crescimento e o investimento em tal tecnologia, conforme a Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição (SRD) (2015). A GD classifica-se em duas partes, são elas: microgeração e a minigeração. A microgeração atende unidades geradoras de até 75 kW, já a minigeração, unidades de 75 kW até 5 MW.

Em 2015, a ANEEL revisou a normativa 482/2012 e publicou a norma 687/2015, que trouxe vários benefícios para o setor. Um dos destaques são as gerações excedentes que antes deveriam ser utilizadas em até 36 meses e passaram a ser acumuladas para uso até 60 meses. Além disso, esses créditos podem agora passar para outras unidades consumidoras, desde que sejam de mesma titularidade e dentro da área de atendimento da distribuidora elétrica. Esse tipo de consumo é conhecido como: “autoconsumo remoto” (SRD, 2015, p. 1).

Além do modelo GD, existe o modelo da geração centralizada (GC), com grande importância no Nordeste, apresentado a seguir.

Geração centralizada (GC): O crescimento da GC também tem sido grande no cenário energético brasileiro, e hoje corresponde a 37% de toda potência instalada de geração solar no país (ANEEL, 2021).

No Brasil, o crescimento desse modelo de geração se deve aos grandes números de leilões que o governo federal tem realizado, destaca-se a região Nordeste nesse modelo de geração. Esses leilões permitem a compra e vendas de energia elétrica por essa fonte. Nos últimos sete leilões realizados pelo governo

federal, essa fonte teve 160 projetos aprovados para a geração fotovoltaica, com 4.767,1 MW de potência (BEZERRA, 2021).

Isto corresponde a cerca da atual e total potência de GC já existente no país, sendo o Nordeste a região com a maior potência já instalada. Os seguintes tópicos evidenciam o potencial e importante papel do Nordeste para o desenvolvimento do setor da energia solar FV no Brasil.

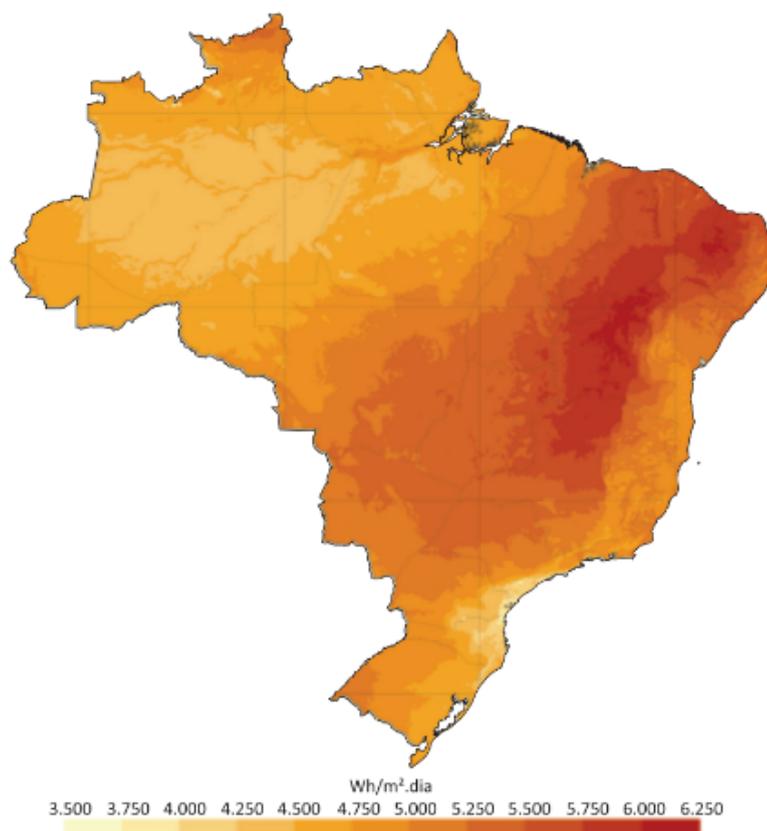
A seguir, será discutido o potencial da energia solar FV com ênfase na região Nordeste, mostrando a importância de seu desenvolvimento para a região. Além disso, é abordado o desenvolvimento do crescimento nacional.

### **3.5 Irradiação e potencial da energia solar fotovoltaica no Nordeste**

Um fator determinante para o sucesso da energia solar fotovoltaica é a irradiação solar, ou seja: quanto maior a incidência solar recebida pelos módulos fotovoltaicos, mais será a potência gerada. Essa irradiação absorvida se transforma em energia elétrica e, posteriormente, é distribuída na rede como já analisado. Hoje o Nordeste brasileiro é favorecido por sua localização geográfica na zona intertropical e índice de irradiação solar.

Em 2017, o Atlas Brasileiro de Energia Solar foi publicado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017 *apud* BEZERRA, 2021). Neste estudo, foram divulgados os índices médios de irradiação solar no Brasil, que está apresentado na Figura 1.

**Figura 1** - Brasil: Índice de irradiação solar diário no plano inclinado de latitude - média anual



Fonte: Extraído de BEZERRA, 2021

Conforme observado na Figura 1, a região Nordeste apresenta um maior nível de irradiação ao longo do dia. Afirmando, assim, o seu grande potencial para a utilização de sistemas solares fotovoltaicos em todo seu território. A região Nordeste apresenta a melhor média anual de irradiação solar com 5,52 kWh/m<sup>2</sup>.dia<sup>4</sup> e a menor variação de irradiação durante o ano (PEREIRA *et al.*, 2017 *apud* BEZERRA, 2021).

### 3.5.1 A situação favorável da região Nordeste para produzir energia solar FV

Com os aspectos climáticos e geográficos citados acima, a região Nordeste vem recebendo uma alta demanda de contratações de sistemas de energia fotovoltaicas nos últimos anos, tanto da geração distribuída, quanto da centralizada.

---

<sup>4</sup> kWh=quilowatt-hora é a quantidade de energia produzida por hora

Esta alternativa pode ajudar o povo nordestino a diversificar a matriz elétrica e fugir dos aumentos das tarifas de energia, pois, ainda 29% da energia elétrica produzida da região é proveniente de hidrelétricas (ANEEL, 2021). Com a escassez hídrica o sustento das hidrelétricas no Nordeste é questionado e o fortalecimento da produção de energia através do sol se torna cada vez mais interessante.

ANEEL (2021), divulgou recentemente um comparativo de potencial de geração hoje no Brasil, como descrito na Tabela 2.

**Tabela 2** - Potência instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil - distribuída e centralizada.

Unidade Geográfica	Geração distribuída		Geração centralizada		total	
	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil
Brasil	5.587,43	100,00	3.298,93	100,00	8.886,36	100,00
Sudeste	2.013,90	36,04	931,73	28,24	2.945,63	33,15
Sul	1.263,48	22,61	12,69	0,38	1.276,17	14,36
Centro-Oeste	955,63	17,10	5,97	0,18	961,60	10,82
Norte	299,74	5,36	14,39	0,44	314,13	3,53
Nordeste	1.054,67	18,88	2.334,14	70,75	3.388,81	38,13
Alagoas	35,81	0,64	-	-	35,81	0,40
Bahia	188,58	3,38	782,67	23,72	971,25	10,93
Ceará	198,71	3,56	218,00	6,61	416,71	4,69
Maranhão	107,37	1,92	0,26	0,01	107,63	1,21
Paraíba	104,04	1,86	136,38	4,13	240,42	2,71
Pernambuco	163,93	2,93	39,66	1,20	203,59	2,29
Piauí	112,63	2,02	1.033,76	31,34	1.146,39	12,90
Rio Grande do Norte	110,65	1,98	123,41	3,74	234,06	2,63
Sergipe	32,94	0,59	-	-	32,94	0,37

Fonte: Extraído de ANEEL (2021 *apud* BEZERRA, 2021)

Conforme observado na Tabela 2, a geração distribuída no Nordeste ocupa o terceiro lugar, aspecto importante que demonstra grande potencial da região para a microgeração e minigeração, visto que o cenário é ideal para tamanho crescimento. Quanto à geração centralizada, a região é destaque com mais de 70% de toda a geração do país, destaque para o Piauí e a Bahia que juntas somam mais da metade de toda a geração centralizada do Brasil, com cerca de 1.816,43 MW de potência instalada.

Embora a situação para a produção de energia solar FV na região Nordeste e no Brasil seja favorável, precisa-se de incentivos governamentais para alcançar o

avanço desse tipo de energia elétrica, de modo a ocupar uma posição mais determinante na matriz elétrica brasileira. A matriz elétrica brasileira hoje é composta por: 60% hidrelétrica; 25% termelétrica; 11% eólica; 2,5% solar FV; 1,5% outros (ANEEL, 2021). O governo brasileiro vem criando vários incentivos para facilitar o acesso à população e aumentar a atratividade da energia solar FV. No tópico seguinte serão apresentados alguns desses incentivos atuais.

### **3.6 Incentivos governamentais no Brasil para investir em sistemas FV**

A energia solar fotovoltaica vem se destacando no mercado nacional como um marco na geração de fonte de energia, pois vivemos uma certa carência na eletricidade. Esta carência é causada pela falta de água, mais conhecida como crise hídrica ou falta de abastecimento. Este cenário vem aumentando as taxas nos últimos anos. Apesar do crescimento significativo no Brasil e no mundo, os sistemas de energia FV ainda necessitam de incentivos, apoio e avanços na política pública. Estes incentivos se dão através de apoio financeiro, programas sociais e processos industriais (SANTIAGO JÚNIOR, 2016).

Conforme Camargo (2015), no Brasil, são três tipos de incentivos fundamentais para o setor solar fotovoltaico ser fortalecido e promovido: 1) Isenções fiscais e tributárias; 2) Incentivos financeiros, como linhas de financiamento a taxas de juros reduzidas e a longo prazo, para a compra de equipamentos de empresas; 3) Criação de demanda através de leilões específicos e regulares para a fonte solar fotovoltaica, para atrair investimentos em projetos FV e contribuir para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva nacional.

A seguir, será discutido um pouco mais sobre isenções tributárias e a criação de demanda através de leilões.

#### ***3.6.1 Incentivos tributários para investir em sistemas solar FV***

A ideia desse tipo de incentivo é fortalecer a tomada de decisão em relação ao regime tributário na área de sistema solar. A crescente demanda, está fazendo com que os países e as empresas produzam energia por meio de fontes alternativas, renováveis e limpas, para contribuir com a diversificação da matriz

energética. A energia solar fotovoltaica, embora seja a fonte renovável com crescimento mais acelerado no mundo, necessita de avanços em políticas públicas diante disso. Rosa e Herrero (2016) projetam na publicação: “Alvorada: como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil”, vários cenários como a alteração de tributos pode incentivar o aumento do uso de sistemas FV.

A seguir, serão demonstradas algumas medidas tributárias que facilitariam o acesso das pessoas a sistemas fotovoltaicos, conforme as projeções de Rosa e Herrero (2016). Estes autores apresentaram diferentes cenários em relação ao tributo, à projeção e ao impacto das medidas tributárias. O que aconteceria se p.ex. fossem menores os tributos que incidem nas placas solares, ou, como seria o Brasil se o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) incidente sobre a energia solar caísse em todos os estados, como destaca o Quadro 1.

**Quadro 1** - Cenários sobre medidas tributárias projetadas no Brasil em 2016

Tributo	Projeção	Impacto esperado até 2030
Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU)	Analisa os efeitos de um desconto no imposto por até 25 anos, para as residências que instalarem sistemas fotovoltaicos.	O impacto seria interessante apenas a partir de descontos maiores e em grandes centros urbanos onde o valor da residência é alto. Não é recomendado para ambientes rurais, porque o impacto seria muito pequeno.
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas de Integração Social (PIS)</li> <li>- Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS)</li> <li>- Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)</li> <li>- Impostos de Importação (II)</li> </ul>	Considera a isenção do PIS/COFINS, IPI e II sobre os principais componentes dos sistemas fotovoltaicos.	A isenção de PIS, COFINS, e II sobre os módulos FV e a isenção do IPI sobre os inversores <sup>5</sup> resultaria em um aumento de 18% em instalações de painéis solares até 2030.

<sup>5</sup> Um inversor é um dispositivo elétrico que pode converter a corrente contínua CC do painel solar na corrente alternada CA que pode então ser ligada a uma rede elétrica.

Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)	Considera a isenção do ICMS sobre a eletricidade gerada pela pessoa física ou jurídica.	Até 2015, pelo menos onze estados já aprovaram a isenção do ICMS. Se os outros estados também aprovassem, o crescimento em instalações de sistemas FV seria de 8.2%. Se não aprovassem o crescimento seria apenas 5%.
---	---	---

Fonte: Extraído de Rosa e Herrero (2016), elaboração própria.

Como demonstra o quadro 1, há possíveis impactos da isenção de tributos para incentivar e aumentar as instalações de sistemas FV no Brasil. Essas projeções foram feitas em 2016, e a partir de agora será analisada a situação hoje, em 2021.

Em relação ao FGTS, mesmo que vários projetos em lei estejam sendo analisados, no momento atual, não há possibilidade de utilizar o FGTS para aquisição de painéis solares para instalação na residência (ARAÚJO, 2021).

A situação hoje, referente ao ICMS, ao IPTU e ao Imposto de Importação está conforme detalhado a seguir: em relação ao ICMS, hoje, 100% da população se beneficia da isenção desse imposto para a instalação de energia FV. Os últimos estados a aceitarem a isenção do ICMS para energia elétrica produzida a partir de energia solar FV foram Amazonas, Paraná e Santa Catarina, através do convênio ICMS nº 42/2018, de 16 de maio de 2018 (BRASIL, 2018).

Em relação ao IPTU, alguns programas municipais incentivam a população a adotar medidas sustentáveis em sua propriedade. Esses programas são chamados de “IPTU Verde” e se expressam em forma de descontos no IPTU para práticas sustentáveis como, por exemplo, o uso de energias renováveis, como a energia solar FV, a implementação de sistemas de reuso de água, a prática de arborização, etc. Embora não exista um programa nacional até o momento, vários municípios já adotaram práticas do “IPTU Verde”, como informa a revista Consultor Jurídico (SALIBA, 2021).

Já em relação ao Imposto de Importação, através da resolução N° 69, de 16 de julho de 2020 (BRASIL, 2020), o Comitê-Executivo de Gestão da Câmara de Comércio Exterior (Camex), zerou o imposto de importação para facilitar a

importação de vários tipos de painéis solares, assim como, diversos inversores e outros equipamentos utilizados nos sistemas FV.

### *3.6.2 Incentivos financeiros, como linhas de financiamento a taxas de juros.*

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), instituição financeira pública, aumentou sua participação no financiamento à energia solar que era de 70% passando a ser de 80% em Taxa de Juro de Longo Prazo (TJLP), cortou o apoio a financiamentos de termelétricas, e manteve em 70% em TJLP para investimentos nas demais energias renováveis como eólica, biomassa e cogeração (BNDES, 2016).

Além disso, por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), mais especificamente o subprograma Pronaf ECO, o BNDES financia até 100% do custo dos itens financiáveis, com prazo de financiamento de 10 anos, sendo 3 anos de carência. Para ter acesso a essa linha, no entanto, é necessário apresentar a Declaração de Aptidão ao Pronaf (BNDES, 2016).

Em apoio à sustentabilidade, algumas instituições financeiras que atuam no Brasil com maior destaque, também estão oferecendo linhas de crédito a este propósito. Por exemplo, o Santander, por meio da linha de crédito CDC Eficiência Energética de Equipamentos, está concedendo essa linha desde 2014 e já financiou mais de 156 projetos com aportes até 2015 no valor de R \$5,9 milhões. Geralmente o Santander aporta 20% do valor do projeto, mas esse percentual pode chegar a 100% (GUADAGNIN, 2016).

Além do Santander, o Banco do Brasil, por meio das linhas de crédito Proger Urbano Empresarial e Proger Turismo Investimento, utiliza recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), tem um saldo disponível para essas duas linhas de R\$ 2,4 bilhões e atuam com financiamento de até 80% do valor do investimento. O prazo para o pagamento é de até 72 meses, com 12 de carência para a primeira linha e de 120 meses, com 30 de carência para a segunda linha. A taxa de juros para ambas as linhas é de cerca de 0,97% a.m. (GUADAGNIN, 2016).

Porém, a Caixa Econômica Federal (CEF), por meio da linha Bens de Consumo Duráveis (BCD) utiliza recursos próprios, cobre até 100% do equipamento e cobra juros de 1,9% a.m. mais a TJLP. Além disso, a CEF oferece a linha Finame,

que utiliza recursos do BNDES, cobre até 80% do investimento, taxas mensais a partir de 1,26%, com 3 a 5 meses de carência. Para ambas as linhas o prazo para pagamento é de até 5 anos (GUADAGNIN, 2016).

Além dos bancos citados acima, o Banco do Nordeste disponibilizou fundos de R\$ 30 milhões e utiliza recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), com prazos de pagamento até 12 anos e com até 1 ano de carência, podendo financiar até 100% do investimento, e incentiva e concede bônus aos adimplentes com até 15% no custo das parcelas, suas taxas baseadas em TJLP são de 9,5% a 12,95% ao ano (GUADAGNIN, 2016).

O Bradesco oferece a solução do Leasing Ambiental, no qual o cliente aceita um contrato de arrendamento mercantil com condições que variam com o perfil do cliente. Algumas cooperativas de crédito também estão apoiando esses projetos. Por exemplo, o Sicredi lançou em 2016 o consórcio sustentável, que permite a aquisição de painéis solares, geradores eólicos e equipamentos de tratamento de água e esgoto, entre outras alternativas. Desde o lançamento já comercializou 3.085 cotas e mais de R\$106 milhões em créditos, e lançou em 2015 o financiamento a equipamentos para energia solar, onde já liberou mais de R\$3,5 milhões em financiamentos (PORTAL DO COOPERATIVISMO FINANCEIRO, 2016).

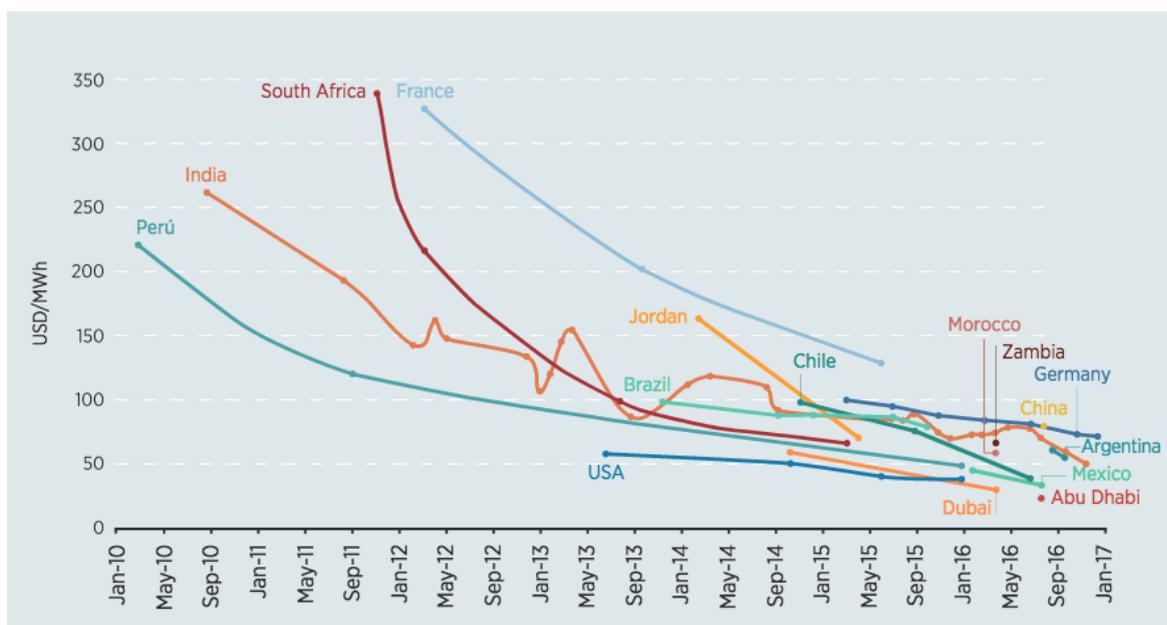
### *3.6.3 Leilões de energia renovável*

Conforme mencionado, além da diminuição ou isenção de tributos, o governo brasileiro vem promovendo uma criação de demanda ativa através de leilões de energia. Esses leilões são chamadas públicas relacionadas à geração de energia renovável, realizadas pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Os leilões fomentam a implementação de projetos - geralmente de grande porte - em determinada região, voltados à geração centralizada (GC). Essa forma de contratação competitiva foi instituída através da reforma na Lei N° 10.848/2004 de 15 de março de 2004 (BRASIL, 2004) com a intenção de incentivar grandes empresas a produzirem energia solar fotovoltaica (SILVA; KOPP; GUIDA, 2016).

O Brasil tem uma das experiências mais ricas do mundo em leilões de energias renováveis, como para usinas eólicas, solares, de biomassa e pequenas usinas hidrelétricas. A reforma de 2004 introduziu leilões de energia a fim de

promover as energias renováveis (WTO; IRENA, 2021). E, em 2014, com o 6º Leilão de Energia de Reserva (LER/2014) o governo brasileiro iniciou um processo estratégico de incluir a energia solar fotovoltaica no sistema elétrico nacional em grande escala. Assim, o governo contribui para o desenvolvimento da cadeia produtiva solar fotovoltaica no Brasil (CAMARGO, 2015), como mostra o Gráfico 2.

**Gráfico 2** - Evolução do preço médio da energia solar FV em leilões por país



Fonte: Extraído de IRENA (2017)

O preço negociado nos leilões pode ser um indicador do preço de mercado ao qual a energia é comercializada, e portanto, pode ser uma medida para saber se vale a pena investir nesta forma de energia. O Gráfico 2 demonstra a tendência de queda dos preços de energia solar nos leilões no Brasil e em países selecionados que organizam leilões de energia solar regularmente há anos. Os valores representam os preços médios da energia em USD/MWh<sup>6</sup> negociados nos leilões pelos países entre 2010 e 2016. Como o Gráfico 2 mostra, os preços médios para aquisição da energia solar fotovoltaica caíram em todos os países, inclusive no Brasil.

<sup>6</sup> USD=dólar americano; MWh=Megawatt-hora é a quantidade de energia produzida por hora

O que o gráfico não mostra é a continuação da queda de preço no Brasil nos anos posteriores: de mais ou menos 80 USD/MWh em 2015, diminuiu para 20 USD/MWh em 2019, quer dizer, diminuiu quatro vezes nesses quatro anos. O infográfico<sup>7</sup> mais recente da ABSOLAR informa que o preço atual está 30,90 USD/MWh, destacando que desde 2019 a energia solar está entre as mais competitivas das energias renováveis do Brasil (ABSOLAR, 2021).

Um grande resultado disso foram os últimos leilões para geração centralizada no país, onde dos 160 projetos de geração fotovoltaicas aprovados pelo governo federal, o Nordeste foi contemplado em 112 projetos, com potência equivalente a 3.592,32 MW (BEZERRA, 2021).

Distanciando o nosso olhar sobre o Nordeste e o Brasil para obter uma visão mais completa sobre a energia solar FV, nota-se que o crescente interesse e número de sistemas FV instalados é um fenômeno mundial. E, para melhor compreender o potencial da energia solar FV do Nordeste, vale a pena dedicar-se nesse interesse global que exige uma transição energética para um mundo mais sustentável, através de energias renováveis.

A seguir, por meio de um exemplo concreto, este texto propõe-se ilustrar ao leitor o impacto do crescente setor solar FV na prática. Empresas multinacionais, como a Coca-Cola, começam a agir e querem investir em projetos sustentáveis, tais como a produção de energia renovável

Antes de apresentar o último tópico, há uma coisa que não deve-se esquecer, tanto nas organizações públicas como nas empresas privadas: além da redução de custos e do crescimento da empresa, é importante lembrar que o setor solar FV também trata de pessoas. São pessoas interessadas num mundo mais sustentável, são pessoas que instalam os sistemas solar FV, que administram e que gerenciam. São pessoas que trabalham ao longo da cadeia de produção. Desta forma, o último tópico é dedicado precisamente a elas: as pessoas empregadas no setor solar FV.

---

<sup>7</sup> ABSOLAR publica mensalmente um informativo com os dados mais recentes do setor, veja <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

### 3.7 Geração de empregos no setor solar FV no Brasil e no mundo

Camargo (2015) e IRENA (2017) constam que a FV tem um grande potencial para a geração de emprego ao longo da sua cadeia produtiva, seja na fabricação de painéis fotovoltaicos e outros insumos produtivos e estruturas de suporte, seja na instalação e manutenção dos sistemas que devem corresponder por cerca da metade dos empregos no setor solar fotovoltaico. Este tópico apresenta detalhadamente as perspectivas de criação de empregos e destaca alguns aspectos socioeconômicos.

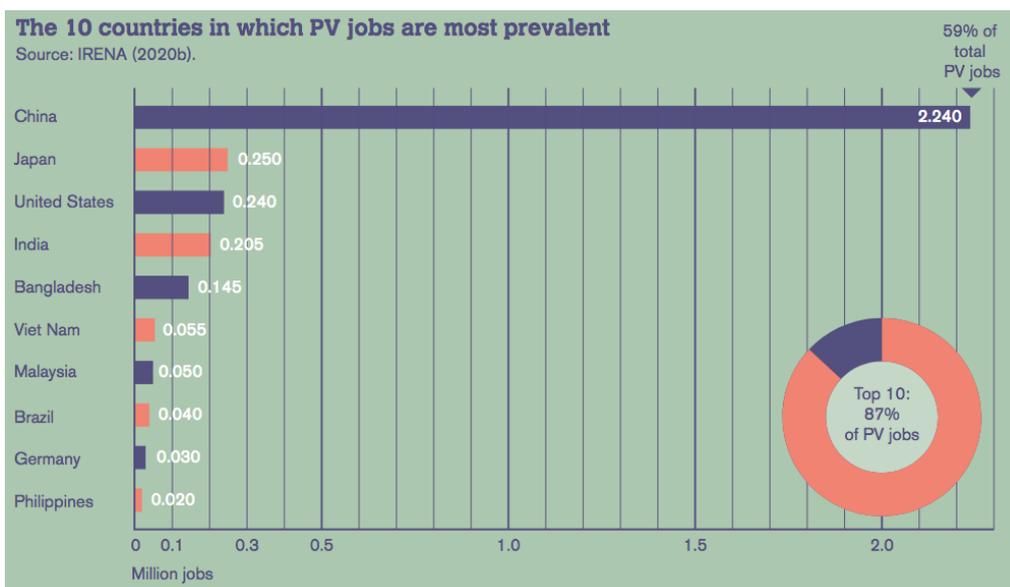
Segundo Dantas (2020, p. 48), no Nordeste do Brasil:

A geração de postos de trabalho é, possivelmente, um dos impactos mais positivos [da energia FV], por ser aquela a região do país que mais sofre com o desemprego e baixos índices socioeconômicos. Ainda, pode-se pensar no desenvolvimento de novas políticas públicas, como a utilização de sistemas FV na geração de renda para populações vulneráveis.

IRENA (2017) acrescenta que energia confiável e suficiente pode ajudar a garantir serviços básicos, como iluminação e abastecimento de água, e a alimentar aparelhos na área de saúde. Muitos centros de saúde longe dos centros urbanos atualmente operam sem acesso à eletricidade ou recorrem a geradores caros a diesel de reserva. A energia renovável, incluindo a energia solar FV pode ser aumentada de forma relativamente rápida e pode ajudar os centros de saúde a melhorar seu nível de atendimento. Tais soluções também poderiam melhorar o acesso a serviços de água e saneamento e garantir a operação contínua de infraestruturas críticas, tais como cadeias de fornecimento de frio (por exemplo, para vacinas) das quais dependem tantos serviços de saúde. A pandemia COVID-19 interferiu nas cadeias de produção, reduziu a demanda por bens e serviços, e diminuiu os preços das mercadorias. No mundo inteiro, inclusive no Brasil, milhões de pessoas perderam seus empregos por causa da pandemia COVID-19.

Devido à diversificação global do mercado, bem como ao seu rápido crescimento, as energias renováveis, e a energia solar FV como uma das primeiras, apresentam uma imensa oportunidade de criação de empregos, como destaca o Gráfico 5.

**Gráfico 5 - Os 10 países nos quais os empregos FV são mais predominantes**

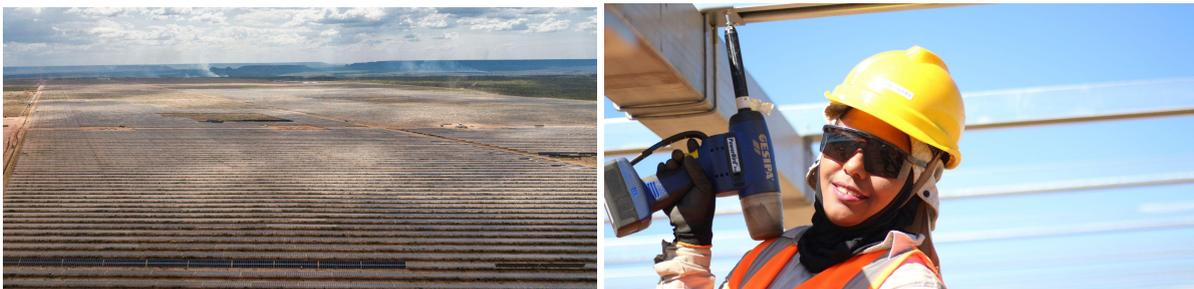


Fonte: Extraído de WTO e IRENA (2021 *apud* IRENA, 2020)

Estima-se que, mundialmente, 11,5 milhões de empregos serão criados na indústria solar fotovoltaica até 2050. Segundo o Gráfico 5, o Brasil está entre os 10 países nos quais os empregos no setor da energia FV são mais predominantes e a Ásia é responsável por mais de dois milhões desses empregos.

A grande maioria destes trabalhos é realizada por trabalhadores/as e técnicos, enquanto engenheiros, especialistas e trabalhos administrativos representam uma parte menor. Cerca de 27% dos trabalhos fotovoltaicos na linha de frente são realizados por mulheres. Esta é uma proporção sensivelmente maior do que em outros empregos de energia (nos quais as mulheres representam 22% dos empregos) e pode ser vista em todos os tipos de emprego no setor, inclusive na administração e nas áreas técnicas, bem como na ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Embora ainda existam barreiras para as mulheres que desejam entrar na força de trabalho de energia renovável, há um alto potencial, através de políticas, projetos e empresas privadas, para aumentar o número de mulheres empregadas, inclusive no Nordeste do Brasil, conforme a Figura 4.

**Figura 4** - Trabalhadora no Piauí do São Gonçalo Solar Park



Fonte: Extraído da ENEL (2021)<sup>8</sup>

O São Gonçalo Solar Park no Piauí (Figura 4) é atualmente a maior usina de solar FV do Brasil e a segunda maior da América Latina, com uma extensão de 1.500 estádios de futebol, uma produção de 608 MW em operação e 256 MW em construção, empregando 2.000 trabalhadores e trabalhadoras locais.

A ABSOLAR consta que no setor solar FV brasileiro já foram gerados 347 mil empregos desde 2012, e, projeta que mais de 672 mil novos empregos serão gerados até 2035 (ABSOLAR, 2021).

### *3.7.1 Ascensão de novas empresas no setor fotovoltaico*

O mercado começou o ano de 2021 muito otimista, segundo dados da ABSOLAR, 2021 divulgados em Janeiro do mesmo ano, o setor de energia solar fotovoltaica cresceu uma média de 450 novas empresas por mês no ano de 2020. Para esse ano as expectativas continuam altas, segundo a mesma fonte, a previsão é de que 5.400 comecem a operar no setor até o final do ano. Hoje apenas (12,3%) das empresas que atuam no segmento possuem mais de quatro anos de mercado, enquanto (41%) possuem menos de um ano.

Em 2016 e 2017 esses dados eram muito menores, com uma média de 250 empresas por mês entrando no setor. Hoje há um número maior de pessoas com informação e conhecimento de linhas de créditos e financiamentos, e essa familiarização chegou também no público de rendas menores (ABSOLAR, 2021).

---

<sup>8</sup> <https://www.enelgreenpower.com/pt/nossos-projetos/highlights/parque-solar-sao-goncalo>

### 3.7.2 Exemplo da Solar Coca-Cola

Um dos maiores desafios para a gestão das grandes empresas são as alternativas em agregar cada vez mais valor à sua marca. Os esforços são contínuos e a sustentabilidade tem sido relevante quanto a esse aspecto ultimamente. Quando avaliada a parte econômica, esse processo se torna ainda mais interessante.

A Coca-Cola, grande empresa no setor de engarrafados, vem investindo na tecnologia solar fotovoltaica trazendo para a sua marca a conscientização da sustentabilidade e gerando economia a médio e longo prazo. A empresa iniciou a construção de duas usinas fotovoltaicas no Nordeste, nas cidades de Palmares (PE) e Barra da Corda (MA). Esse projeto é composto por mais de 700 painéis solares. Após conclusão, ambas as usinas poderão gerar até 361 kW, na conversão passa a média de 48.000 kWh/mês (OLIVIERI, 2021). Esse alto volume de geração será suficiente para abastecer sete unidades distribuidoras da empresa localizadas em: Barra da Corda (MA), Barreiras (BA), Cascavel (CE), Iguatu (CE), Maracanaú (CE), Palmares (PE), Tutóia (MA).

Como mostrado na figura 2 abaixo, a logomarca e parte da execução do projeto citado acima.

**Figura 2** - Logomarca Solar Coca-Cola e usina em instalação



Fonte: Extraído de Solar Coca-Cola (2021)<sup>9</sup>

<sup>9</sup> <https://solarcocacola.gupy.io/>

É observado na logomarca a palavra “solar”, junto com a marca da empresa, trazendo assim o interesse nesse tipo de energia e um comprometimento com a sustentabilidade. A mesma figura demonstra os módulos solares instalados em parte da obra, destacando que a empresa utiliza de sua estrutura de telhado para construir seu próprio sistema fotovoltaico.

Segundo Fiorenzano (2021 *apud* OLIVIERI, 2021), diretor de planejamento integrado e suprimentos da Coca-Cola, todo esse investimento e conscientização irão ajudar toda a cadeia de distribuição de produção da empresa. Em 2021, a empresa chegou a marca de 50% de seu consumo total originado de fontes renováveis (OLIVIERI, 2021).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da pesquisa empreendida, percebeu-se o potencial da energia solar FV no Brasil e no Nordeste e o crescimento desse tipo de tecnologia no cenário mundial. Os dois tipos de geração de energia (GD e GC) vem crescendo significativamente no Brasil e os incentivos governamentais, tais como: a isenção de tributos e os leilões, também parecem viáveis e já estão em franca expansão. O impacto dessa nova tecnologia pode gerar mais empregos, inclusive para mulheres, e sua eficácia e economia já não são mais questionadas, uma vez que grandes empresas como a Coca-Cola já estão adotando esse modelo de matriz energética.

Em se tratando de sustentabilidade, a pesquisa demonstrou o potencial da tecnologia solar fotovoltaica no Brasil e no Nordeste. O sol é necessário para a vida no planeta e está presente em abundância na região Nordeste. Essa tecnologia beneficia as pessoas e o planeta, pois, evita a emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), é limpa e inesgotável. Essa conscientização deve ser uma preocupação para as pessoas, empresas, governo e, principalmente, para futuros gestores.

Além disso, o trabalho mostra, que é importante que haja mais investimento em políticas públicas para o acesso da população. Para pessoas menos favorecidas economicamente, o acesso a energia FV pode significar uma melhoria das

condições de vida. No meio rural, por exemplo, onde muitas vezes o acesso à energia elétrica é reduzido ou até mesmo ausente, a falta de energia elétrica pode ter consequências graves, como, por exemplo, onde a interrupção da cadeia de frio (manutenção das vacinas e de outros medicamentos) ou o não funcionamento de aparelhos elétricos em hospitais.

Durante a elaboração do trabalho revelou-se que tanto a GC como a GD são importantes para o crescimento do setor solar FV no Brasil, uma vez que complementam-se na matriz elétrica nacional e oferecem oportunidades tanto para grandes empresas como para a população de maneira geral. O Nordeste é, particularmente, bem adaptado à produção em grande escala porque abrange uma área geográfica extensa, extremamente seca e ensolarada. No entanto, é importante lembrar que o Nordeste é, também, uma das regiões do Brasil com os mais baixos indicadores sociais e, por isso, a expansão dos painéis solares nos telhados das residências e pequenas empresas pode e deve ser desenvolvida em conjunto com a população e não ficar exclusivamente reservada apenas a algumas empresas multinacionais.

Embora a região Nordeste não tenha sido pioneira quanto ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil, hoje, o seu cenário é completamente diferente. A região vem se destacando nos últimos anos e ajudando no crescimento dessa tecnologia renovável. Seu grande espaço territorial e níveis de irradiação solar com pouca variação ao longo do ano vem fazendo desta a região com maior potencial para investimento desta fonte.

É evidente que o Nordeste tem um importante papel para o desenvolvimento do setor da energia solar FV no Brasil. Mas é preciso que haja uma maior divulgação sobre esse tipo de energia, que apesar de estar em expansão, ainda é muito pouco conhecida pela população.

O desenvolvimento desta pesquisa trouxe noções gerais sobre a produção de energia elétrica no Brasil e no mundo, o quanto cada matriz (hidrelétrica, termelétrica, eólica e FV, entre outras) geram dessa energia. O interesse geral pelo tema aumentou, no sentido de ser uma questão que está presente no dia-a-dia, mas que não se sabe o tipo e o como a energia chega nas próprias casas ou comércios.

Surpreendeu, também, o uso já presente e a expansão da energia solar FV nas terras brasileiras.

Acredita-se que é de grande importância a elaboração de novas pesquisas e trabalhos futuros relacionados ao tema, a partir de questões tais como: porque não há ainda um maior e mais fácil acesso a esse tipo de energia para a população? O que é preciso para baratear o custo de aquisição de painéis solares e tornar o acesso ainda mais fácil? Como está formada a cadeia de produção dos painéis solares? Quais cursos e formações tecnológicas já existem para esta área específica no Brasil? Como a energia solar FV poderá contribuir no desenvolvimento econômico e social da região Nordeste? Estas foram algumas das perguntas que surgiram no decorrer da pesquisa e que exigem novas pesquisas e desdobramentos.

O objetivo dessa pesquisa foi apresentar e discutir o potencial da energia solar FV no Nordeste, compreender os incentivos atuais e demonstrar os benefícios dessa tecnologia e sua sustentabilidade na busca de uma maior conscientização para o avanço dessa tecnologia, principalmente, no Nordeste, visando o desenvolvimento desta região e um mundo mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica). Energia Solar deve atrair 5 mil novas empresas ao mercado em 2021. **Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica**, São Paulo, 31 jan. 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-deve-atrair-5-mil-novas-empresas-ao-mercado-em-2021>. Acesso em: 14 dez. 2021

ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica). Energia solar fotovoltaica no Brasil. **Infográfico ABSOLAR**, São Paulo, n. 37, nov. 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 19 nov. 2021.

ALTOÉ, L.; RIBEIRO, L. G. E. Estudo de viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos residenciais em diferentes regiões do Brasil. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 12, n. 4, p. 105-114, dez. 2020. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/15866/209209213894>. Acesso em: 19 set. 2021.

ANEEL. **Sistema de informações de geração da ANEEL (SIGA)**. Banco de dados da ANEEL. 25 nov. 2021. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 25 nov. 2021.

ARAÚJO, E. É possível utilizar o FGTS para a compra de um sistema fotovoltaico? Diversos projetos de leis tramitam no Senado e na Câmara dos Deputados sobre o tema. **Canal Solar**, Campinas, 18 jan. 2021. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/e-possivel-utilizar-o-fgts-para-a-compra-de-um-sistema-foto-voltaico/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

AVELINO, L. P. **Energia solar fotovoltaica centralizada e distribuída: o caso do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente) - Universidade do Porto, 2020. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/129418/2/422862.pdf>. Acesso em: 26 set. 2021.

BEZERRA, F. D. Energia Solar. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 6, n. 174, jul. 2021. Disponível em: <https://198.17.121.65/s482-dspace/handle/123456789/834>. Acesso em: 25 set. 2021.

BNDES (banco nacional de desenvolvimento econômico e social). BNDES divulga novas condições de financiamento à energia elétrica, **banco nacional de desenvolvimento econômico e social**, São Paulo, 3 out. 2016. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-divulga-novas%20condicoes-de-financiamento-a-energia-eletrica>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BRASIL. Presidente da República. **Lei N° 10.848, de 15 de março de 2004.**

Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.848.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.848.htm). Acesso em: 25 set. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução normativa n° 482, de 17 de abril de 2012.** Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução normativa n° 687, de 24 de novembro de 2015.** Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021

BRASIL. O Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ). **Convênio ICMS n° 42, de 16 de maio de 2018.** Disponível em:

[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2018/CV042\\_18](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2018/CV042_18). Acesso em: 21 nov. 2021.

BRASIL. O Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ). **Resolução N° 69, de 16 de julho de 2020.** Disponível em:

<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-69-de-16-de-julho-de-2020-267580785?iNheritRedirect=true&redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fsearch%3FqSearch%3DAaltera%2520para%2520zero%2520por%2520cento%2520as%2520al%25C3%25ADquota%2520do%2520Imposto%2520de%2520Importa%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520incidentes%2520sobre%2520os%2520Bens%2520de%2520Capital%2520que%2520menciona>. Acesso em: 21 nov. 2021.

CAMARGO, F. **Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil:** recomendações para políticas públicas. 1 ed. Brasília: WWF-Brasil, 2015.

Disponível em:

<https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/02/WWF-e-ABSOLAR-Desafios-e-oportunidades-para-a-energia-solar-fotovoltaica-no-Brasil-Recomendacoes-para-politicas-publicas.pdf>. Acesso em: 17 set. 2021.

CEMIG (companhia energética de Minas Gerais). **Alternativas Energéticas:** uma visão Cemig. 1. ed Belo Horizonte: CEMIG, 2012. Disponível em:

<https://www.solenerg.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Alternativas-Energ%C3%A9ticas-Uma-Visao-Cemig.pdf>. Acesso em: 14/12/2021

ECOINOVAR. **Uso da energia solar para geração de energia.** Anais no 8º fórum internacional ecoinnovar. Santa Maria: Ecoinnovar, 15 - 17 out. 2019. Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/129418/2/422862.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2021.

GUADAGNIN, C. Bancos oferecem crédito para quem quer produzir a própria eletricidade. **Gazeta do povo**, Curitiba, 1 ago. 2016. Disponível em:

<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-e-sustentabilidade/bancos-ofere>

ecem-credito-para-quem-quer-produzir-a-propria-eletricidade-bh0cty2dtyxvqho8zgbw wcirz/. Acesso em: 15 nov. 2021.

CASSA, C. V. L. *et al.* Análise da expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista Esfera Tecnologia**, Vitória, v. 5, n. 1, p. 6-21, 2020. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2021/05/revista-esfera-tecnologia-v05-n01-completa.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

DANTAS, S. G. **Oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do Brasil**. 1. ed. Brasília: ipea, 2020. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9680/1/TD\\_2541.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9680/1/TD_2541.pdf). Acesso em: 27 set. 2021.

IEA (agência internacional de energia). **Snapshot of global PV markets 2021**. 1 ed. São Paulo: international energy agency, 2021. Disponível em: <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2021>. Acesso em 13 dez. 2021.

IRENA (International Renewable Energy Agency). **Renewable energy auctions: analysing 2016**. 1. ed. Abu Dhabi: IRENA, 2017. Disponível em: <https://irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Auctions-Analysing-2016>. Acesso em: 31 out. 2021.

MACHADO, A. J.; TRAINA, C. Como fazer pesquisa bibliográfica. **SBC Horizontes**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 30-35, ago. 2009. Disponível em: <https://horizontes.sbc.org.br/old/edicoes/v02n02/v02n02-30.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

MARTINELLI, A. *et al.* Análise de metodologias para execução de pesquisas tecnológicas. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 468-477, mar./abr. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/7974>. Acesso em: 28 set. 2021.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L. Satellite-derived solar resource maps for Brazil under SWERA project. **Solar Energy Journal**, Florida, v. 81, n. 4, April 2007, p. 517-528, abr. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X0600199X?via%3Di%3Dhub>. Acesso em: 17 nov. 2021.

OLIVIERI, G. Solar Coca-Cola inicia operação de duas usinas fotovoltaicas no Nordeste: A energia gerada pelas usinas será utilizada para abastecer sete unidades distribuidoras da empresa. **Canal Solar**, Campinas, 25 out. 2021. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/solar-coca-cola-inicia-operacao-de-duas-usinas-fotovoltaicas-no-nordeste/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

PERAZZOLI, D. L.; GOBBI, E. F.; TIEPOLO, G. M. Proposta de critérios norteadores e requisitos mínimos para licenciamento ambiental de usinas fotovoltaicas no Brasil. **Engenharia sanitária e ambiental**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 333-344, mar./abr. 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/hc5vjfQzmQvsXtpg8kPNpD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 dez. 2021.

PIZZANI, A. *et al.* A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 53-66, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>. Acesso em: 28 set. 2021.

PORTAL DO COOPERATIVISMO FINANCEIRO. Sicredi incentiva uso de energia renovável. **Sicredi**, Florianópolis, 29 set. 2016. Disponível em: <http://cooperativismodecredito.coop.br/2016/09/sicredi-incentiva-uso-de-energia-renovavel/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

ROSA, G.; HERRERO, T. **Alvorada**: como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil. 1. ed. Brasília: Greenpeace Brasil, 2016. Disponível em: [https://www.greenpeace.org/static/planet4-brasil-stateless/2018/07/Relatorio\\_Alvorada\\_Greenpeace\\_Brasil.pdf](https://www.greenpeace.org/static/planet4-brasil-stateless/2018/07/Relatorio_Alvorada_Greenpeace_Brasil.pdf). Acesso em: 30 set. 2021.

SALIBA, A. L. IPTU Verde dá descontos para contribuintes que adotam práticas sustentáveis. **Consultor Jurídico** (Conjur), São Paulo, 4 set. 2021. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2021-set-04/iptu-verde-descontos-quem-adota-praticas-sustentaveis>. Acesso em: 21 nov. 2021.

SANTIAGO JÚNIOR, J. V. **Guia de energia solar fotovoltaica**: aplicação nas micro e pequenas empresas. 1. ed. Cuiabá: SEBRAE, 2016. Disponível em: [http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Guias%20e%20manuais/Guia%20de%20energia%20solar%20fotovoltaica\\_15x21cm%20fechado%20\(2\).pdf](http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Guias%20e%20manuais/Guia%20de%20energia%20solar%20fotovoltaica_15x21cm%20fechado%20(2).pdf). Acesso em: 30 set. 2021.

SILVA, M. F.; KOPP, K.; GUIDA, E. da C. **Panorama da energia solar fotovoltaica centralizada no sistema elétrico brasileiro**: evolução, desafios e tendências. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, 2016. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AGUARDAR\\_2018\\_1-PANORAMA\\_DA\\_ENERGIA\\_SOLAR\\_FOTOVOLTAICA\\_CENTRALIZADA\\_NO\\_SISTEMA\\_EL%C3%89TRICO\\_BRASILEIRO\\_EVOLU%C3%87%C3%83O\\_\\_DESAFIOS\\_E\\_TEND%C3%8ANCIAS.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AGUARDAR_2018_1-PANORAMA_DA_ENERGIA_SOLAR_FOTOVOLTAICA_CENTRALIZADA_NO_SISTEMA_EL%C3%89TRICO_BRASILEIRO_EVOLU%C3%87%C3%83O__DESAFIOS_E_TEND%C3%8ANCIAS.pdf). Acesso em: 19 set. 2021.

SRD (Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição). Geração distribuída: micro e minigeração distribuídas. **Agência Nacional de Energia Elétrica** (ANEEL), Brasília, 28 de set. 2015. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em: 22 nov. 2021.

WTO (World Trade Organization); IRENA (International Renewable Energy Agency). **Trading into a bright energy future**: the case for open, high-quality solar photovoltaic markets. 1. ed. Geneva: WTO; Abu Dhabi: IRENA, 2021. Disponível em: <https://irena.org/publications/2021/Jul/Trading-into-a-bright-energy-future-Solar-photo-voltaic>. Acesso em: 31 out. 2021.