

## Aproveitamento e potencial da energia solar no nordeste brasileiro

Brenda Andreza Oliveira da Silva <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil. Graduanda em Gestão Ambiental, Centro Universitário das Américas, Brasil. (\*Autor correspondente: [brenda.rbr1@hotmail.com](mailto:brenda.rbr1@hotmail.com))

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 02/12/2022 – Revisado em: 03/02/2023 – Aceito em: 08/03/2023

### RESUMO

A participação das fontes renováveis na matriz energética do Brasil é uma das mais altas do mundo, atrás apenas da China e dos Estados Unidos. A energia solar é muito econômica e ambientalmente amigável, e é uma das fontes de energia renováveis mais importantes. O excelente potencial do sol no Brasil e as novas regras da indústria da eletricidade promovem a geração distribuída no país. Atualmente, apenas 1,7% da energia nacional vem da produção solar, sendo a geração através de hidrelétricas responsável pela maior parte da produção, cerca de 65,2%. Outras fontes não renováveis como carvão, gás natural e derivados do petróleo ainda são utilizadas, mesmo com opções mais sustentáveis disponíveis. O presente estudo possui como objetivo identificar o potencial da energia solar fotovoltaica no nordeste do Brasil através de uma análise de dados. O trabalho concluiu que apesar de estar em constante crescimento, a quantidade de geração de energia fotovoltaica distribuída ainda é pequena, considerando o grande potencial de geração do nordeste e do Brasil e de como essa fonte energética é aproveitada em outros países.

**Palavras-Chaves:** Nordeste, Potencial, Solar.

## Use and potential of solar energy in the Brazilian northeast

### ABSTRACT

The share of renewable sources in Brazil's energy matrix is one of the highest in the world, behind only China and the United States. Solar energy is very economical and environmentally friendly, and it is one of the most important renewable energy sources. The excellent potential of the sun in Brazil and the new rules of the electricity industry promote distributed generation in the country. Currently, only 1.7% of national energy comes from solar production, with generation through hydroelectric plants responsible for most of the production, about 65.2%. Other non-renewable sources such as coal, natural gas and petroleum products are still used, even with more sustainable options available. The present study aims to identify the potential of photovoltaic solar energy in northeastern Brazil through a data analysis. The work concluded that despite being constantly growing, the amount of distributed photovoltaic energy generation is still small, considering the great generation potential of the northeast and Brazil and how this energy source is used in other countries.

**Keywords:** Northeast. Potential. Solar Energy.

Silva, B. A. O. (2023). Aproveitamento e potencial da energia solar no nordeste brasileiro. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.5, n.1, p.55-66.



A Meio Ambiente (Brasil) utiliza a licença *Creative Commons* - CC Atribuição Não Comercial 4.0

## 1. Introdução

De acordo com o Centro de Referência Para Energia Solar e Eólica (2004), o Sol abastece a atmosfera da Terra com  $15 \times 10^{18}$  de energia anualmente. Este é um número significativo, correspondendo a um consumo de energia de 10.000 vezes no mundo durante este período. Este fato indica que além de sua função de sustentar a vida na Terra, a radiação solar é uma fonte inesgotável de energia com grande potencial de utilização através de sistemas que captam e convertem em outras formas de energia (calor, eletricidade etc.).

O uso de energia solar está aumentando continuamente. Entre os vários tipos de energia alternativa, esta é considerada uma fonte de energia renovável com várias vantagens, e é a que mais se investe no crescimento contínuo a cada ano (Porto, 2007). A energia elétrica obtida do sol é muito útil para quem investe neste tipo de fonte, pois além de respeitar o meio ambiente, pode ser utilizada não só para converter em energia mecânica para máquinas em movimento, mas também dispositivos como relógios, telefones celulares, geladeiras, condicionadores de ar e outros (Baird, 2002).

A energia solar é utilizada em locais mais ensolarados, remotos e mais secos. Em Israel, esse tipo de energia é utilizado por um respeitável segmento da população equivalente às casas da década de 1970 que utilizam painéis solares. No Brasil, o uso desse tipo de energia está continuamente aumentando (ANEEL, 2008). Apesar de o Brasil ser principiante na geração de energia solar, existem alguns incentivos aplicados a essa fonte de energia, bem como para outras fontes renováveis. Alguns desses incentivos são: Sistema de Compensação de Energia Elétrica para a Micro e Minigeração Distribuídas; Descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão; e Redução de Imposto de Renda (Costa & Sehnem, 2021).

O Banco do Nordeste (BDN) vem apoiando o setor de energia solar fotovoltaica de forma marcante. Até o começo de 2018, o banco já havia financiado 405 processos de geração distribuída, utilizando cerca de 70 milhões de reais. Devido à competitividade do Nordeste em comparação às outras regiões, o BDN tende a investir cada vez mais nessa fonte de energia (Bezerra, 2018). De acordo com Sauer (2019), o Brasil possui potencial para geração de energia através de fontes solares de 164,1 GW para projetos residenciais de geração distribuída e 28.519 GW em projetos centralizados. Também é destacado que existem várias possibilidades de investimentos que supririam as necessidades nacionais através de fontes renováveis.

Vários trabalhos já foram desenvolvidos em busca de demonstrar o potencial energético e econômico da utilização de sistema fotovoltaico, como os de Borges, Gomes e Sanches (2019), Krenzinger e Azevedo (2018), Rangel e Mariano (2019) e Costa e Sehnem (2021). Segundo Soliens (2014), o Brasil possui aproximadamente 77 milhões de unidades consumidoras de energia elétrica, sendo que apenas 0,01% das unidades consumidoras, ou seja, uma a cada dez mil, possui placas solares.

Apesar do grande potencial de irradiação solar na região Nordeste, ainda há muitos obstáculos a serem superados para que a energia solar se torne uma fonte de energia amplamente utilizada nessa região. Alguns dos desafios podem incluir a falta de incentivos governamentais para a instalação de sistemas fotovoltaicos, a falta de capacitação técnica da mão de obra local, a falta de financiamento adequado para projetos de energia solar, a falta de infraestrutura de transmissão e distribuição de energia elétrica, entre outros. Considerando isso, o presente estudo tem como objetivo identificar o aproveitamento e potencial da energia solar fotovoltaica no nordeste do Brasil através de análise de dados.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo escolhida foi o nordeste do Brasil (Figura 1), entre 1°N e 18°S, e entre 34° e 48°O de longitude de Greenwich. Possui área de aproximadamente 1,56 milhões de km<sup>2</sup>, população de cerca de 56 milhões de pessoas, e densidade populacional de cerca de 32 hab. / km<sup>2</sup>. É a segunda região mais populosa do Brasil e é composta pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio

Grande do Norte e Sergipe. O Nordeste é subdividido em quatro sub-regiões: Meio-Norte, Zona da Mata, Agreste e Sertão (Tabosa, 2017).

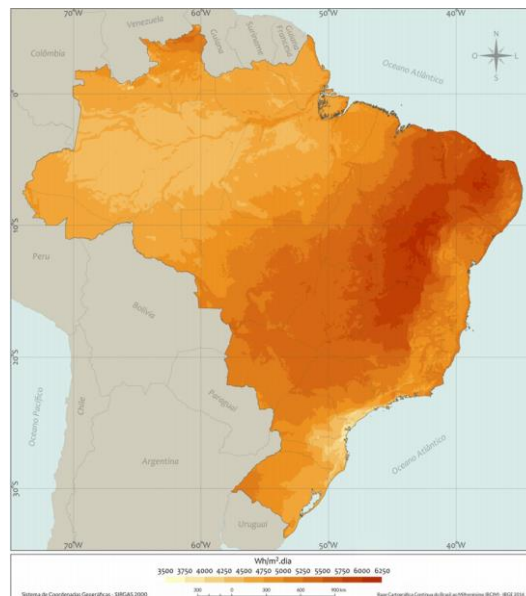
**Figura 1** - Localização da área de estudo



Fonte: Azevedo (2021)

O Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017) disponibiliza valores da irradiação solar no Brasil (Figura 2). Através dele pode-se ver a irradiação horizontal de onde mostra que a região nordeste faz parte da área que apresenta as maiores médias. Isso ocorre por conta da proximidade com a linha do equador, resultando em vantagens econômicas e técnicas para os sistemas solares fotovoltaicos instalados na região.

**Figura 2** — Total diário da irradiação horizontal



Fonte: Atlas Solar (2017)

## 2.2. Procedimentos metodológicos

Para atingir o objetivo proposto, foi realizado um estudo de caso com abordagem quantitativa. O estudo de caso com abordagem quantitativa é uma metodologia de pesquisa que visa coletar e analisar dados em profundidade sobre um caso específico, utilizando métodos quantitativos para identificar padrões e relações entre variáveis. Essa abordagem empírica combina a coleta de dados com a aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas para análise e interpretação dos resultados obtidos (Yin, 2017).

Foram obtidos e analisados os dados de irradiação solar por região, médias mensais de irradiação global horizontal do Brasil e outros países para comparativo, porcentagem do uso das principais fontes de energia disponíveis no Brasil, capacidade instalada de geração solar fotovoltaica por região do Brasil, capacidade instalada de geração fotovoltaica dos estados do Nordeste, e a projeção nacional das fontes de energia para os próximos anos.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizado a coleta de dados secundários em bases de dados, como no site da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), da EPE (Empresa de Pesquisa Energética) e do LABREN (Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia). Na base de dados SISGD no site da ANEEL, foram obtidos os valores médios da potência (MW) da capacidade instalada das regiões do Nordeste, tanto da geração distribuída quanto da geração centralizada. Também foram obtidos valores da capacidade instalada (MW) de geração fotovoltaica por estados do Nordeste.

No site da EPE foram obtidos dados em TWh da projeção nacional da geração de energia por fontes renováveis no período de 2021 a 2030 no Brasil. Já no site do LABREN foi feito o download do Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2ª edição, onde através dele obteve-se um mapa com uma síntese dos níveis de irradiação solar por região, bem como um comparativo das médias mensais da irradiação global horizontal no Brasil e em alguns países da Europa (kWh/m<sup>2</sup>.dia). No site da ONS obtiveram-se as médias da composição das fontes energéticas no Nordeste de 2010 a 2020.

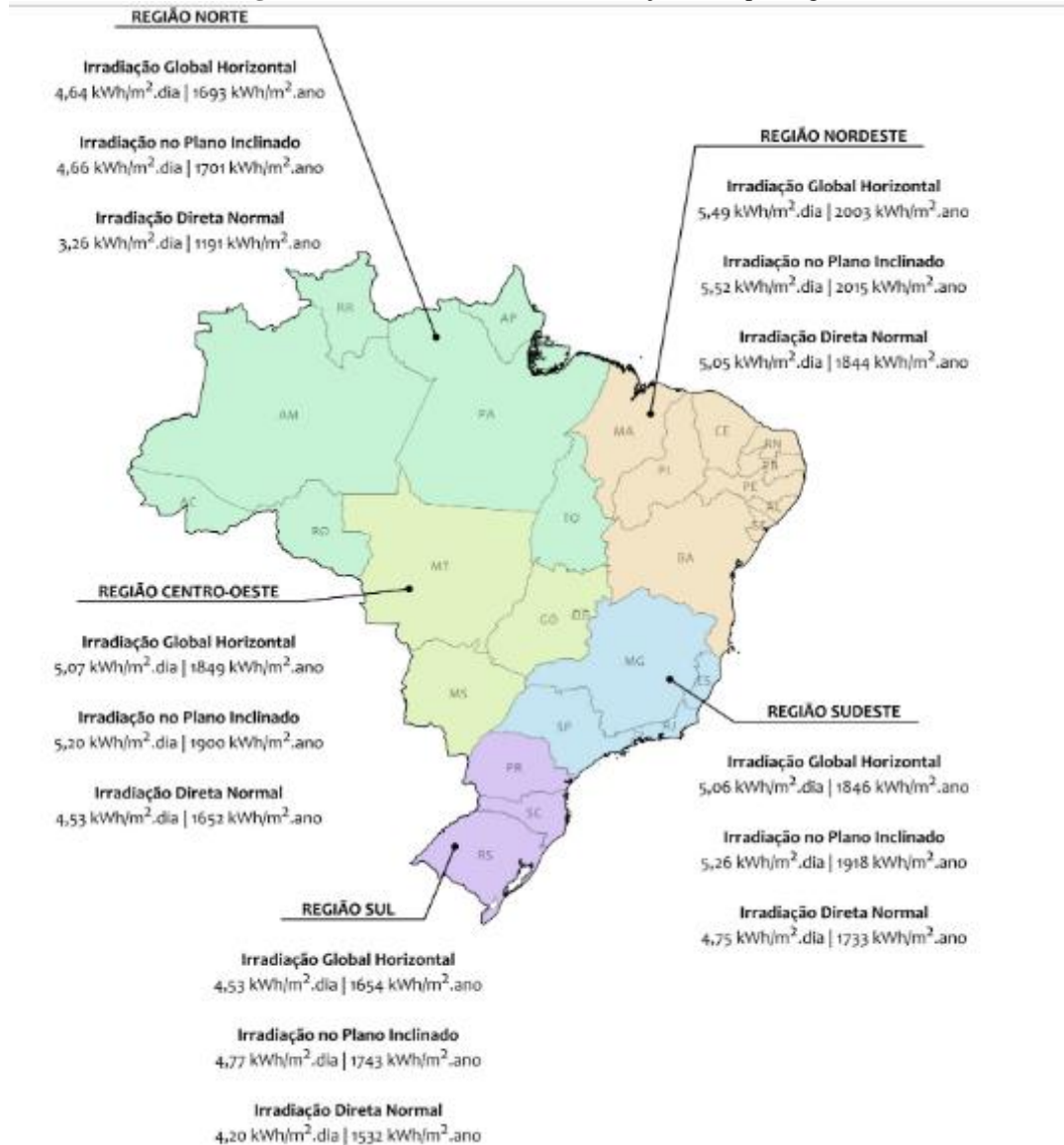
## 3. Resultados e Discussão

A irradiação global é um termo utilizado para descrever a quantidade total de energia solar que incide em uma superfície específica, incluindo tanto a radiação solar direta quanto a radiação solar difusa. Essa medida é de grande importância para o estudo da energia solar, já que representa a principal fonte de energia para a geração de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos (Dias et al., 2015).

A irradiação plana refere-se à quantidade de radiação solar que chega a uma superfície horizontal na Terra, considerando-se as influências de sombreamento e reflexão. Essa medida é fundamental para avaliar o potencial de aproveitamento da energia solar em uma determinada área geográfica (Duffie & Beckman, 2013). Já a irradiação direta é definida como a radiação solar que atinge uma superfície diretamente, sem sofrer reflexões ou desvios, sendo influenciada pela inclinação e orientação da superfície em relação ao Sol, além da presença de obstáculos. Sua medida é essencial para avaliar a viabilidade de sistemas de energia solar concentrada e estimar a produção de energia em sistemas fotovoltaicos (Silva et al., 2018).

A Figura 3 apresenta a média anual de um total de irradiações solares diárias para as cinco regiões do Brasil.

**Figura 3 - Síntese dos níveis de irradiação solar por região**



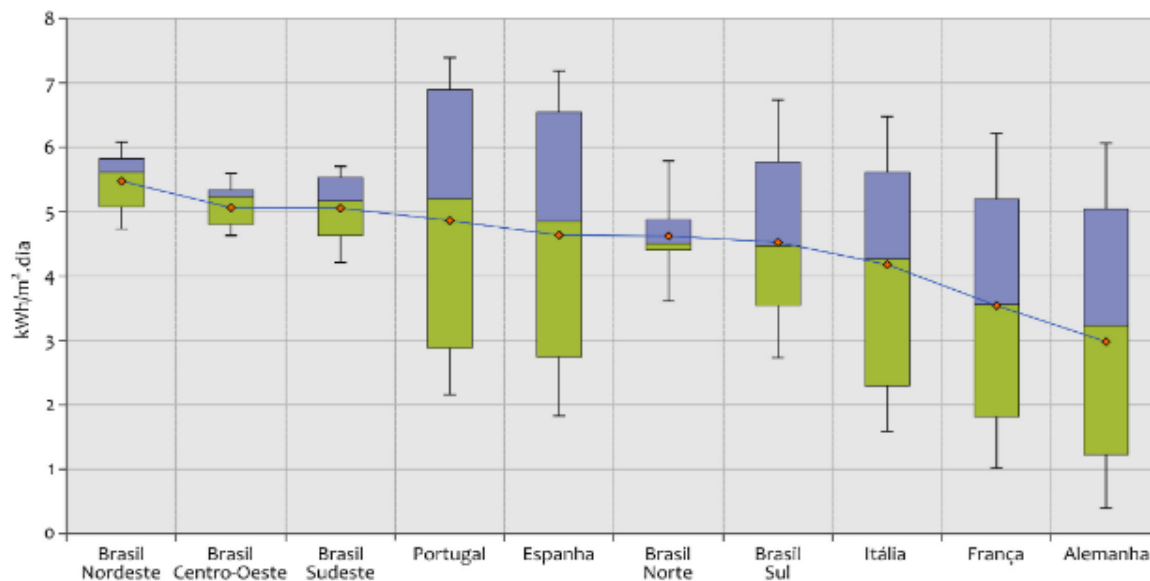
Fonte: Atlas Solar (2017)

A região Nordeste apresenta o maior potencial solar, com um valor médio diário de irradiação global horizontal total de 5,49 kWh/m<sup>2</sup> e uma componente direta normal de 5,05 kWh/m<sup>2</sup>. Os valores relativamente mais baixos de irradiação solar na região norte são evidenciados pelas características climáticas desta região, onde a neblina frequente reduz a radiação solar que atinge a superfície. Portanto, a irradiação média global nos planos horizontal e inclinado apresenta valores próximos aos obtidos para a região sul, e os níveis normais de irradiação direta são inferiores para todas as demais regiões.

Ferraz et al. (2018) corrobora com essas informações ao afirmar que devido ao bom clima e ao maior desenvolvimento dessa tecnologia, o Brasil possui um mercado com grande potencial de crescimento. Especialmente no Nordeste, que possui boa radiação solar, fator fundamental para o crescimento dessa tecnologia e seu crescente uso na região.

A região Nordeste do Brasil supera inclusive os países ibéricos em termos de insolação média mensal (Gráfico 1), que se caracteriza por uma variação mensal muito menor. A região sul apresenta características próximas às encontradas nesses países europeus, principalmente em termos de variação mensal, pois está localizada em latitudes mais altas e, portanto, apresenta diferenças na maior duração do dia entre as estações.

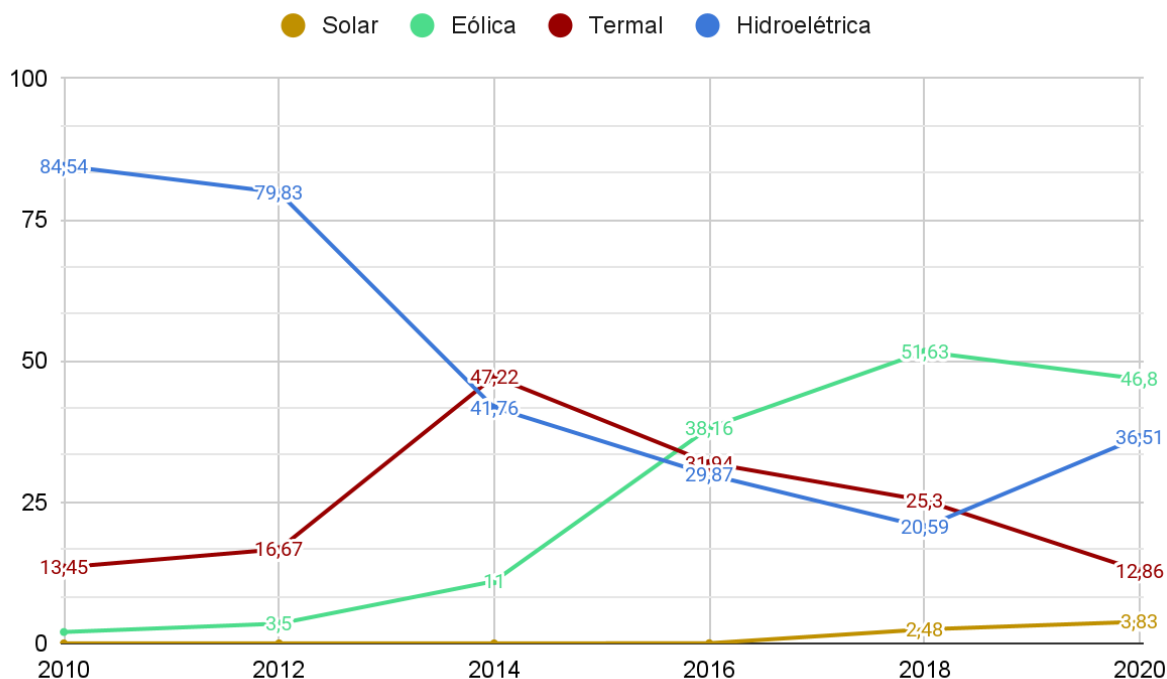
**Gráfico 1** - Comparativo das médias mensais da irradiação global horizontal no Brasil e em alguns países da Europa (kWh/m<sup>2</sup>.dia).



Fonte: Atlas Solar (2017)

Ao fazer um comparativo do verão com o inverno no nordeste brasileiro, foi comprovado haver grande irradiância independente da estação. Esses valores são superiores a 650% em comparação com a Alemanha, mostrando um grande potencial energético (De Almeida & De Almeida, 2022).

A composição das fontes energéticas do nordeste brasileiro mudou durante o período de 2010 a 2020 (Gráfico 2). Em 2010, a energia a partir de hidrelétricas era responsável por 84,54% da geração total do Nordeste, enquanto a eólica e a térmica tinham pequena participação e a solar era utilizada de forma mínima. De 2010 a 2018 a geração por hidrelétrica caiu para 20,59% e em 2020 subiu para 36,51%, enquanto a energia solar, que começou a ser utilizada em maior escala a partir de 2015, teve uma geração crescente, chegando a 2020 com 3,83% de participação. A fonte que se mostrou em constante crescimento nesse período foi a eólica, que em 2010 era responsável por 2,01% e em 2020 seu espaço aumentou para 46,80% (ONS, 2021).

**Gráfico 2** — Fontes de energia elétrica no Nordeste 2010-2020

Fonte: elaboração própria baseado em ONS (2021)

O estudo de Gonçalves, Melo e Consoni (2021) também mostra que houve uma mudança significativa na matriz elétrica da região Nordeste entre 2010 e 2020, com a redução da participação das fontes térmicas e o aumento das fontes renováveis, especialmente a energia eólica. Segundo os autores, a transição para uma matriz elétrica mais limpa foi impulsionada pela política de incentivo às energias renováveis adotada pelo governo brasileiro, especialmente após 2004.

De acordo com dados da ANEEL (2021) (Tabela 1), o Nordeste possui maior capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil, com 38,13%, equivalente a 3.338,81 MW de potência. Em segundo lugar está o Sudeste com 33,15%, equivalente a 2.945,62 MW. A região com menor capacidade é o Norte, com apenas 3,53%, proporcional a 314,13 MW.

**Tabela 1** — Capacidade instalada de geração solar fotovoltaica das regiões do Brasil

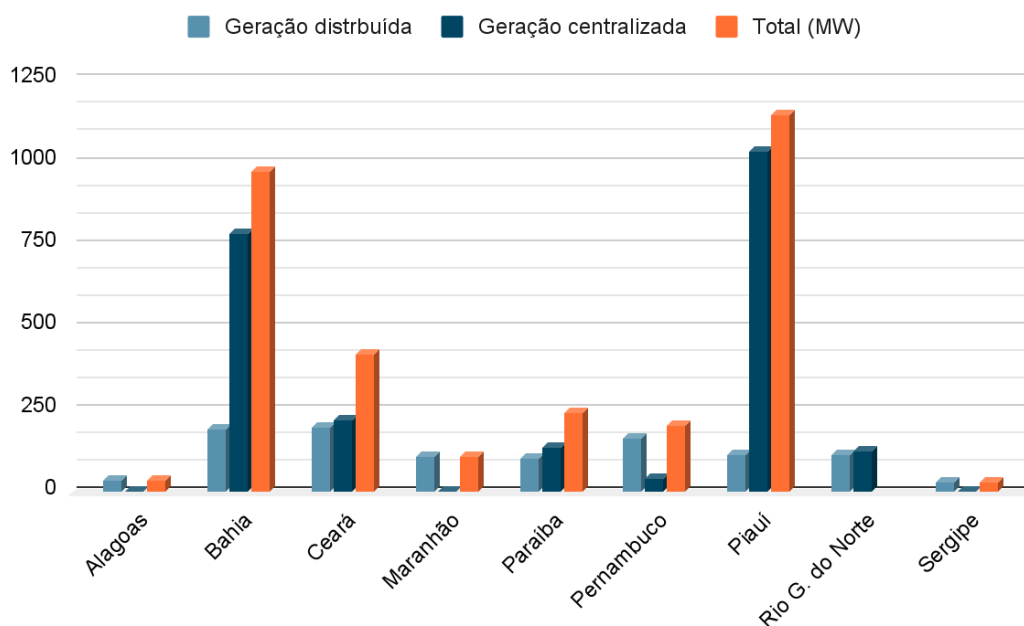
Local	Geração distribuída		Geração centralizada		Total	
	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil
Nordeste	1.054,67	18,88	2.334,14	70,75	3.338,81	38,13
Norte	299,74	5,36	14,39	0,44	314,13	3,53
Centro-Oeste	955,63	17,10	5,97	0,18	961,60	10,82

Sul	1.263,48	22,61	12,69	0,38	1.276,17	14,36
Sudeste	2.013,90	36,04	931,73	28,24	2.945,63	33,15

Fonte: ANEEL (2021).

Dentre os estados do Nordeste, dados da ANEEL (2021) (Gráfico 3) mostram que o Piauí possui maior capacidade de geração centralizada e segundo lugar em geração distribuída, totalizando 1.146,39 MW, o que equivale a 33,82% do total do Nordeste e 12,90% do total do Brasil. Em segundo lugar está a Bahia com total de 971,25 MW, 28,65% do total nordestino e 10,93% do total brasileiro. Os estados nordestinos com menor capacidade são Sergipe com apenas 32,94 MW, seguido de Alagoas com 35,81 MW.

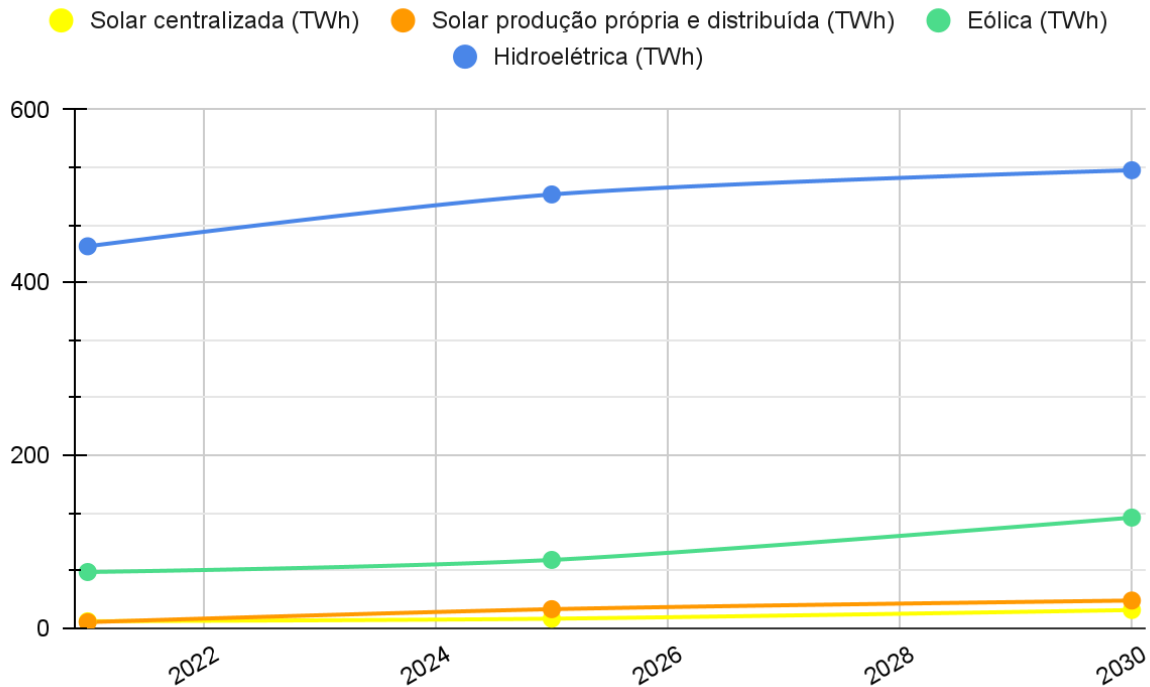
**Gráfico 3** — Capacidade instalada de geração fotovoltaica dos estados do nordeste brasileiro



Fonte: Autoria própria baseado em ANEEL (2021).

A projeção nacional (Gráfico 5) feita pela EPE (2021), é de que em 2025 a energia solar centralizada aumente sua geração de 8 TWh para 11 TWh e em 2030 chegue a 21 TWh. E a solar distribuída e por autoprodução aumente de 7 TWh para 22 TWh em 2025 e para 32 TWh em 2030. A energia provinda de hidrelétricas, responsável por grande parte da produção nacional, apresenta apenas um pequeno crescimento de menos de 100 TWh neste período de 9 anos, o que mostra que outras fontes, como a solar, começam a ter mais espaço no mercado.



**Gráfico 5** — Projeção nacional da geração de energia por fontes renováveis 2021 – 2030

Fonte: autoria própria baseado em EPE (2021).

Durante o período de 2010 a 2020, houve uma mudança significativa na composição das fontes de energia utilizadas no nordeste brasileiro. No início da década, a hidrelétrica era responsável por quase toda a geração de energia na região, mas sua participação caiu drasticamente ao longo dos anos. Enquanto isso, a energia eólica e solar começaram a ser utilizadas em maior escala. Os dados também revelam que a capacidade de geração de energia solar fotovoltaica no Nordeste é a maior do país, com o Piauí e a Bahia liderando a produção. Além disso, há uma projeção de que a energia solar centralizada e distribuída continuará a crescer nos próximos anos, enquanto a energia hidrelétrica terá um crescimento mais limitado.

A partir da análise dos dados, é possível observar uma transformação significativa na matriz elétrica da região Nordeste do Brasil ao longo dos últimos anos. Essa transição energética é marcada pela crescente adoção de fontes de energia renováveis, como a eólica e a solar, e pela diminuição no uso da hidrelétrica. Os resultados indicam que essa mudança pode ter implicações significativas para o futuro da geração de energia no país, especialmente em relação às metas de sustentabilidade e à redução das emissões de gases de efeito estufa.

Embora os dados mostrem que a região Nordeste do Brasil está em processo de transição energética, com uma crescente adoção de fontes de energia renováveis, ainda há espaço para um maior desenvolvimento do potencial solar da região. Além disso, a capacidade instalada de geração solar ainda é relativamente baixa em comparação com outras fontes de energia.

É importante ressaltar que a implementação de projetos de energia solar pode enfrentar desafios relacionados à infraestrutura e regulamentação, bem como à disponibilidade de financiamento. No entanto, dado o grande potencial solar da região Nordeste, há um grande incentivo para aumentar o investimento em energia solar na região, a fim de aproveitar seus benefícios ambientais e econômicos.

A maximização do uso da energia solar no Nordeste do Brasil pode proporcionar diversas oportunidades econômicas e de negócios, tais como a criação de empregos, a redução dos custos de energia

elétrica, o fomento da infraestrutura local e a promoção do turismo sustentável. A implantação de painéis solares e a produção de componentes relacionados à energia solar podem gerar empregos e incentivar a economia regional, enquanto a energia solar pode fornecer uma fonte de energia renovável e limpa para a região. Ademais, a redução nos custos de energia pode impulsionar o desenvolvimento econômico local. A instalação de usinas de energia solar e painéis solares em edifícios podem auxiliar no progresso da infraestrutura da região. Por último, a energia solar pode ser utilizada em projetos de turismo sustentável, promovendo o turismo ecológico e gerando receita adicional para a região. Todas essas oportunidades podem trazer benefícios significativos para a economia do Nordeste brasileiro e sua população (ANEEL, 2021).

A ampliação da utilização da energia solar na região Nordeste pode ter efeitos benéficos no meio ambiente, uma vez que se trata de uma fonte de energia limpa e renovável, que não produz emissões de gases de efeito estufa nem poluição atmosférica ou sonora. Ademais, a produção de energia solar não exige a extração de combustíveis fósseis nem a criação de resíduos radioativos, o que diminui o impacto ambiental do setor de energia. No entanto, é importante destacar que a instalação de grandes usinas solares pode gerar efeitos negativos no meio ambiente, como a perda de biodiversidade e desmatamento de áreas naturais, degradação do solo e necessidade de uso de grandes volumes de água. Portanto, é fundamental que sejam realizados planejamentos adequados e tomadas medidas mitigadoras para minimizar os efeitos ambientais e garantir que o desenvolvimento da energia solar na região Nordeste seja sustentável e benéfico para o meio ambiente (IPCC, 2021).

#### **4. Conclusão**

O presente estudo analisou o potencial e aproveitamento da energia solar fotovoltaica no Nordeste brasileiro através de dados disponibilizados pela ANEEL, EPE e LABREN. Foi constatado que o Nordeste é a região do Brasil com maior capacidade instalada de energia solar, com potência de 3.338,81 MW. Dentre os estados do Nordeste, o Piauí e a Bahia são os estados com maior capacidade, tendo 1.146,39 MW e 971,25 MW de potência respectivamente.

Mesmo com o grande potencial, há poucas políticas de investimento nessa fonte energética no Nordeste, sendo o Banco do Nordeste um dos protagonistas. Apesar de estar em constante crescimento, a quantidade de geração de energia fotovoltaica distribuída ainda é pequena, considerando o grande potencial de geração do Nordeste e do Brasil e de como essa fonte energética é aproveitada em outros países.

A inserção da energia solar fotovoltaica no panorama elétrico brasileiro é um meio para promover o desenvolvimento sustentável através da geração de uma energia limpa e renovável. Os benefícios não se restringem apenas ao meio ambiente, mas também beneficiam a competitividade das empresas, o que acaba reduzindo o preço final para o consumidor.

Para que o potencial solar do Nordeste seja melhor aproveitado, é necessário que mais incentivos sejam criados e haja maior investimento por parte de empresas e dos estados. Investimentos em pesquisas e inovações também são importantes para um melhor aproveitamento da tecnologia.

#### **5. Agradecimentos**

Agradeço a Universidade Federal Rural de Pernambuco por sua grande contribuição no meu aprendizado durante esses anos de graduação, se tornando minha segunda casa. Agradeço a todos os professores que passaram por minha vida, desde o infantil até hoje, sem eles nada disso seria possível. Também agradeço a minha família pelo suporte dado ao longo da minha vida, principalmente a minha avó que fez tudo por mim. Sem essas contribuições, não teria chegado tão longe.

## 6. Referências

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (2008). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (2018). **Geração Distribuída**. Micro e minigeração distribuídas. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 16 dez. 2021.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Base de dados SISGD**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ANEEL. (2021). **Geração Distribuída**. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 6 mar. 2023.

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2016). **Geração distribuída solar fotovoltaica**. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE, Rio de Janeiro.  
**Atlas Brasileiro de Energia Solar** (2017). 2º Edição, INPE.

Azevedo, L. S. (2021). **Geotecnologias aplicadas à detecção de mudanças na poluição atmosférica: estudo de caso nordeste brasileiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Baird, C. (2002). **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman. Com tradução de Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2 ed.

Bezerra, F. D. (2018). **Nordeste: Futuro promissor para energia solar**.

Borges, G. D., Gomes, V. S., & Sanches, M. E. (2019). **Viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica: estudo de caso em uma empresa de pequeno porte**. Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, 5(2), 79-92.

Costa, D. S., & Sehnem, S. (2021). Incentivos e políticas públicas para a energia solar no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, 14(2), 104-117.

CRESESB/ CEPEL - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica S. S. Brito. **Energia Solar: Princípios e Aplicações**. Disponível em:<[www.cresesb.cepel.br](http://www.cresesb.cepel.br)>. Acesso em: 13 dez. 2021.

De Almeida, H. A., De Almeida, E. C. V. (2022). Potencial da energia solar fotovoltaica no Semiárido nordestino. **Concilium**, v. 22, n. 2, p. 197-210.

Dias, J. H., Silva, R. A. da, Brito, M. E. B., & Oliveira, F. L. (2015). Estudo da irradiação global na cidade de João Pessoa-PB. **Revista de Energias Renováveis**, 4(1), 1-12.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. (2021) **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030**. Brasília: MME/EPE. Disponível em: <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)> . Acesso em: 01 mar. 2022.

Ferraz, R. S. F. et al. (2018). Análise comparativa do potencial de energia solar na região nordeste do Brasil x Alemanha. **Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII**, n. 000142.

Gil, A. C (2009). **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas. 175 pag. 4. ed.

Krenzinger, A., & Azevedo, E. (2018). Análise do potencial de geração de energia elétrica em telhados residenciais utilizando energia solar fotovoltaica na região de Joinville (SC). **Energia na Agricultura**, 33(2), 59-68.

Gonçalves Júnior, E. R., Melo, P. H. A., & Consoni, F. L. (2021). A Transição Energética no Nordeste do Brasil: Tendências Recentes e Perspectivas. **Revista de Economia Contemporânea**, 25(2), e211939.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2021. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Histórico da operação. Geração de energia**. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

Porto, L. (2007). **Energias Renováveis**. Ministério de Minas e Energia: Diretora do Departamento de Desenvolvimento Energético. São Paulo.

Rangel, G. F., & Mariano, R. M. (2019). Análise do potencial de geração de energia elétrica a partir da instalação de painéis solares em edificações residenciais: estudo de caso em Natal-RN. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 8(2), 136-148.

Sauaia, R. L. (2019) **Energia solar fotovoltaica: panorama, oportunidades e desafios**. Audiência Pública, Comissão de Minas e Energia – CME, Câmara dos Deputados. Brasília. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-e-ventos/2019/13-08-2019-distribuicao-de-energia-solar-fotovoltaica/>>. Acesso em: 07 mar. 2022.

Silva, C. H. R. da, Marques, R. G., Santos, G. da S., & Silva, M. E. S. (2018). Análise da irradiação solar direta em duas regiões brasileiras distintas. **Research, Society and Development**, 7(9), 1-16.

Soliens (2014). **Empresa de design, instalação e monitoramento de sistemas de energia fotovoltaica**. Belo Horizonte. Disponível em: <<https://www.soliens.com.br/>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

Tabosa, F. J. S. (2017). O Nordeste e o Semiárido brasileiro: diversidade regional e desafios para o desenvolvimento. **Estudos Avançados**, 31(89), 139-154. doi: 10.1590/S0103-4014.2017.3189.011.

Yin, R. K. (2017). **Case study research and applications: Design and methods**. Sage publications.