

**O POTENCIAL ENERGÉTICO DA RADIAÇÃO SOLAR NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO****THE ENERGY POTENTIAL OF SOLAR RADIATION IN THE SEMI-ARID REGION OF NORTHEASTERN BRAZIL****POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL NORESTE DE BRASIL**<https://doi.org/10.56238/ERR01v10n6-014>**Josildo Alves dos Santos Sobral**

Especialista em Física

Instituição: Faculdade Serra Geral

E-mail: [josildosobral@gmail.com](mailto:josildosobral@gmail.com)**RESUMO**

A geração de energia elétrica por meio da radiação solar demonstra-se como uma forma viável, com baixo custo, limpa e renovável. Nessa óptica, a região do semiárido do nordeste brasileiro destaca-se, principalmente, devido a sua alta incidência de radiação solar. Contudo, embora a energia fotovoltaica solar apresente vários aspectos positivos para geração de eletricidade, ela ainda é pouco usada. Por conseguinte, o presente artigo foi produzido por meio de revisão bibliográfica objetivando estudar a dinâmica acerca do uso da energia fotovoltaica solar, analisar as deficiências atuais que cercam a sua aplicação e identificar os principais aspectos e potenciais usos da energia solar no semiárido nordestino. Destarte, o estudo desenvolvido analisou obras de autores como Silva, Rosa e Gasparin, Costa, Kemerich, entre outros com relevância similar. Dentre os dados obtidos, destaca-se as excelentes possibilidades de aplicação da energia fotovoltaica e o elevado potencial do semiárido nordestino como provedor dessa matriz energética, além das deficiências atuais apresentadas. Concluindo que, embora já existam tecnologias para gerar energia elétrica por meio da radiação solar ainda é preciso investir e avançar nas tecnologias fotovoltaicas, pois os resultados precisam ser melhorados para tornar essa matriz energética mais competitiva em detrimento de outras fontes.

**Palavras-chave:** Energia. Radiação Solar. Tecnologia. Semiárido Nordeste.

**ABSTRACT**

The generation of electricity through solar radiation has proven to be a viable, low-cost, clean, and renewable method. In this context, the semi-arid region of northeastern Brazil stands out, mainly due to its high incidence of solar radiation. However, although solar photovoltaic energy presents several positive aspects for electricity generation, it is still underutilized. Consequently, this article was produced through a literature review aiming to study the dynamics of the use of solar photovoltaic energy, analyze the current deficiencies surrounding its application, and identify the main aspects and potential uses of solar energy in the semi-arid region of northeastern Brazil. Therefore, the study analyzed works by authors such as Silva, Rosa and Gasparin, Costa, Kemerich, among others of similar relevance. Among the data obtained, the excellent possibilities for the application of photovoltaic energy and the high potential of the semi-arid Northeast region as a provider of this energy source

stand out, in addition to the current deficiencies presented. It concludes that, although technologies for generating electricity through solar radiation already exist, it is still necessary to invest in and advance photovoltaic technologies, as the results need to be improved to make this energy source more competitive compared to other sources.

**Keywords:** Energy. Solar Radiation. Technology. Northeastern Semi-Arid Region.

## RESUMEN

La generación de electricidad mediante radiación solar ha demostrado ser un método viable, económico, limpio y renovable. En este contexto, la región semiárida del noreste de Brasil destaca, principalmente por su alta incidencia de radiación solar. Sin embargo, si bien la energía solar fotovoltaica presenta varias ventajas para la generación de electricidad, aún se encuentra subutilizada. Por consiguiente, este artículo se elaboró a partir de una revisión bibliográfica con el objetivo de estudiar la dinámica del uso de la energía solar fotovoltaica, analizar las deficiencias actuales en torno a su aplicación e identificar los principales aspectos y usos potenciales de la energía solar en la región semiárida del noreste de Brasil. Para ello, el estudio analizó trabajos de autores como Silva, Rosa y Gasparin, Costa y Kemerich, entre otros de relevancia similar. Entre los datos obtenidos, destacan las excelentes posibilidades de aplicación de la energía fotovoltaica y el alto potencial de la región semiárida del noreste de Brasil como proveedora de esta fuente de energía, además de las deficiencias actuales presentadas. En conclusión, si bien ya existen tecnologías para generar electricidad mediante radiación solar, se requiere mayor inversión y desarrollo en tecnologías fotovoltaicas, ya que es necesario mejorar los resultados para que esta fuente de energía sea más competitiva frente a otras.

**Palabras clave:** Energía. Radiación Solar. Tecnología. Región Semiárida del Noreste.

## 1 INTRODUÇÃO

Hodiernamente, a humanidade vem intensificando o consumo energético. De modo que, áreas como a região do semiárido do nordeste brasileiro apresentou nas últimas décadas um aumento significativo na utilização de energia elétrica. Diante desse cenário, essa região também é vista como um polo gerador desse tipo de energia por meio da radiação solar, principalmente, impulsionado pelo seu clima com alta incidência de raios solares durante quase todo o ano.

Salienta-se que, a geração de energia elétrica por meio da radiação solar demonstra-se como uma forma viável, com baixo custo, limpa e renovável. Além disso, a energia solar desponta como uma fonte energética com disponibilidade de longo período de tempo, alcançando facilmente a taxa dos bilhões de anos. Outrossim, caso haja o desenvolvimento de tecnologias adequadas, por meio da radiação solar, pode ser gerado eletricidade de forma simples e por muito tempo.

Todavia, a medida que, novas tecnologias são desenvolvidas, uma característica singular emerge disso, novos equipamentos e recursos tornam-se cada vez mais dependentes de eletricidade para funcionarem. Por este aspecto, existe uma necessidade primária em empregar novos recursos e prover o desenvolvimento das fontes energéticas já conhecidas para geração de energia elétrica.

Diante disso, evidência-se que, a energia elétrica tem se tornado um recurso indispensável para o desenvolvimento social e econômico. De forma que, ela pode ser utilizada como um parâmetro para verificar o desenvolvimento de determinada região. De modo que, regiões que a utilizam em alta quantidade tendem a ser mais desenvolvidas.

Embora o consumo da eletricidade venha aumentando as suas matrizes geradoras não seguem a mesma proporção. Algumas delas, até mesmo, seguem em sentido oposto ao desenvolvimento tecnológico. Uma vez que, têm fontes que vêm se extinguindo. Surgindo assim, a necessidade em buscar novos recursos ou aprimorar os processos atuais de geração de eletricidade.

Por conseguinte, para Rosa e Gasparin (2016, apud KNIRSCH, 2012) a incessante busca por desenvolvimento e crescimento econômico provoca indiscutivelmente o aumento ilimitado e ininterrupto por energia elétrica. O cenário energético mundial atual apresenta evidências de esgotamento dos recursos naturais para a geração de energia. A crescente utilização de diversos equipamentos que usam eletricidade causa o aumento do consumo de eletricidade e do processo de produção industrial. Esse ciclo, conseqüentemente, provoca o aumento de problemas ambientais.

Destarte, embora a energia solar demonstre muitos benefícios em sua utilização, dentre os tipos de energia, atualmente, para a geração da energia elétrica, em muitos casos, a conversão provém da energia potencial gravitacional, por meio de hidrelétricas ou energia térmica, ou por meio de usinas termoeletricas ou nucleares. Destaca-se que, essas fontes apresentam várias desvantagens do ponto de

vista ecológico, enquanto que outras estão se tornando escassas ou sua disponibilidade oscila de acordo com os fatores naturais do meio ambiente.

Por este viés, problematiza-se que, embora a energia fotovoltaica proveniente da radiação solar apresente vários fatores positivos para geração de eletricidade ela ainda é pouco utilizada. A discrepância lógica se acentua, quando o esperado é que regiões como o semiárido nordestino que possui um elevado potencial para utilização da energia solar não o faz em ampla escala.

Por esta óptica, evidencia-se a necessidade de entender o panorama acerca dos processos geradores de eletricidade nessa região, principalmente, sobre os motivos que impedem o maior emprego da energia solar em detrimento de outras fontes de energia que possuem maior potencial de provocar danos ao meio ambiente. Além disso, convém aprofundar os estudos nesta seara, principalmente, pela importância que o tema energia apresenta para o desenvolvimento tecnológico e científico.

Nesse íterim, para Martins, Pereira e Echer (2004 apud PEREIRA e COLLE, 1997) a utilização da energia solar pode produzir benefícios, por longo período, viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas onde o custo da eletrificação convencional é demasiadamente alto. Em relação ao retorno financeiro do investimento, são aspectos alcançáveis a regularização da oferta de energia em situações adversas como estiagens, diminuição da dependência do mercado de petrolífero e redução das emissões de gases poluentes à atmosfera.

Por este viés, este trabalho tem como objetivo central estudar a dinâmica acerca do uso da energia solar, bem como, analisar as deficiências atuais que cercam a sua aplicação para a geração de energia elétrica, principalmente, em regiões que dispõem de grande incidência de radiação solar. Além disso, identificar os principais aspectos positivos e potenciais usos da energia solar. À vista disso, a metodologia usada, visando alcançar os objetivos, se deu mediante revisão bibliográfica.

Por fim, o conhecimento acadêmico, aqui, desejado corresponde a obtenção de dados acerca do uso da energia solar como matriz geradora de energia elétrica no semiárido nordestino. Bem como, suas vantagens e desvantagens. De modo análogo, almeja-se, também, produzir informações acerca das causas da energia fotovoltaica ainda assumir um papel coadjuvante no setor energético.

## 2 DESENVOLVIMENTO

É notório que, com a expansão do setor tecnológico, evidencia-se uma tendência crescente na busca por recursos energéticos para suprir os interesses da sociedade. Todavia, com a intensificação do consumo dos recursos naturais para geração de energia vários problemas passaram a surgir um após o outro. De modo que, o meio ambiente foi afetado de forma irreversível, e algumas matrizes já estão próximas de chegarem ao seu fim.

Destarte, para Costa et al. (2020) a busca por fontes alternativas de energia é uma necessidade urgente em decorrência da expansão do uso de equipamentos elétricos e eletrônicos. O mundo tornou-se um lugar conectado, quase tudo está ligado a uma tomada, dependente do uso de energia elétrica. Nesse escopo, surge o desafio da fonte geradora dessa energia compatível com o consumo. Salienta-se que:

Quase todas as fontes de energia (hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos) são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica, pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (KEMERICH et al., p. 242, 2016 apud ANEEL, 2008).

Por conseguinte, para Rosa e Gasparin (2016) as tecnologias para geração de energia elétrica por meio da energia solar fotovoltaica já é bem desenvolvida. Os desafios existentes no Brasil referentes à energia solar vêm sendo superados lentamente, este setor vem evoluindo nos últimos anos. Embora ainda existam diversos desafios para que esta fonte de energia renovável seja implantada com menores obstáculos. Para, Moehlecke (2018, p. 64) "o sol se constitui na maior fonte de energia de nosso planeta. Diariamente através dos raios solares chegam milhões de kWh à Terra de forma gratuita e limpa".

Destarte, para Kemerich et al. (2016 apud ANEEL, 2008) embora já existam tecnologias para a energia solar, este, ainda é um campo pouco estudado em comparação com outros tipos de energias. Pois, embora ela seja uma fonte de energia renovável ainda é usada em pequena escala e o seu fator custo de instalação ainda é alto. Todavia, conforme Júlio e Dias (2022, p. 1, apud MACEDO NETO et al., 2011) "o Sol irradia anualmente o equivalente a 10 mil vezes a energia consumida pela população mundial neste mesmo período". Em relação a tecnologia envolvida na geração da energia fotovoltaica, acrescenta-se que:

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares (KEMERICH et al. , 2016, p. 242 apud ANEEL, 2008).

Ademais, para Silva (2016) a inclusão de forma efetiva da energia solar na região do semiárido nordestino, mesmo que, já havendo tecnologias capazes de gerar energia fotovoltaica, ainda depende da transposição, principalmente, de barreiras tecnológicas e econômicas. Estas barreiras, por sua vez, tem forte interdependência da cooperação entre as políticas de governo, acadêmica e iniciativa privada.

O grande potencial brasileiro de geração solar, não pode ser aproveitado, sem a sinergia destes três agentes, as mudanças estabelecidas não são suficientes para mudar a matriz energética.

Todavia, mesmo com os elevados custos de instalação, para Ely e Swart (2014) existem diversos fatores favoráveis à energia solar fotovoltaica, por exemplo, o alto rendimento energético por hectare maior que a eólica e a cana-de-açúcar. A energia solar também apresenta alta eficiência termodinâmica, fotovoltaicos silenciosos, modulares, combustível gratuito e possuem baixo custo operacional e de manutenção. Entretanto, existem dois grandes desafios para serem superados: O custo de geração e armazenamento da energia precisam atingir um patamar inferior aos dos combustíveis fósseis.

Nesse ínterim, a redução do custo pode ser realizada, conforme Ely e Swart (2014), aumentando-se a eficiência das células fotovoltaicas individuais e dos painéis solares e reduzindo os gastos na fabricação. Desse modo, as novas tecnologias precisam ser de alta eficiência e baixo custo. Assim, poderia alcançar valores extremamente competitivos com os preços da energia elétrica sem necessidade de subsídios. Destarte, observa-se que:

A conversão direta da luz solar em eletricidade por sistemas fotovoltaicos está gradativamente se difundindo no país. Isso se deve ao incremento da eficiência de conversão e à redução de custos. A eficiência de conversão da luz solar em eletricidade nos módulos fotovoltaicos comerciais que utilizam silício é superior a 14%, ou seja, os módulos fotovoltaicos conseguem transformar em energia elétrica mais de 14% da luz do Sol que neles incide. E existem módulos fotovoltaicos com eficiência de 20%, ou seja, que transformam 1/5 da luz que recebem em eletricidade. Se considerarmos uma eficiência média diária de aproximadamente 10% – para compensar a ocorrência de dias nublados, chuvosos e situações fora das condições estabelecidas como padrão para operação dos módulos fotovoltaicos –, podemos estimar que cada metro quadrado coberto com geradores fotovoltaicos fabricados com células de silício é capaz de produzir 500 Wh por dia, isto é, 15 kWh por mês (ZILLES, 2012, p. 117).

Por conseguinte, aliando, as tecnologias adequadas com condições ideais de incidência de radiação solar, os resultados na geração de energia podem ser elevados. Diante disso, conforme Pereira et al. (2017, p. 12) "índices elevados de irradiação solar direta na superfície ocorrem em grande parte do Nordeste Brasileiro e são o principal requisito para a viabilidade desta tecnologia de geração". Diante desse aspecto, a região do semiárido nordestino apresenta boas condições. Destarte, verifica-se que:

A elevada disponibilidade e regularidade da irradiância solar no Semiárido nordestino, durante os meses do ano, justificam-se a escolha da fonte fotovoltaica, tanto por não degradar o meio ambiente quanto pela redução nos custos de instalação. A energia fotovoltaica é uma fonte promissora para complementar a matriz energética nacional, embora haja necessidade de avanços tecnológicos para aumentar a eficiência de conversão de painéis fotovoltaicos, a fim de tornar essa fonte mais competitiva [...] O potencial de energia solar no nordeste brasileiro mostra ser uma alternativa viável e um passo fundamental para atingir um padrão de

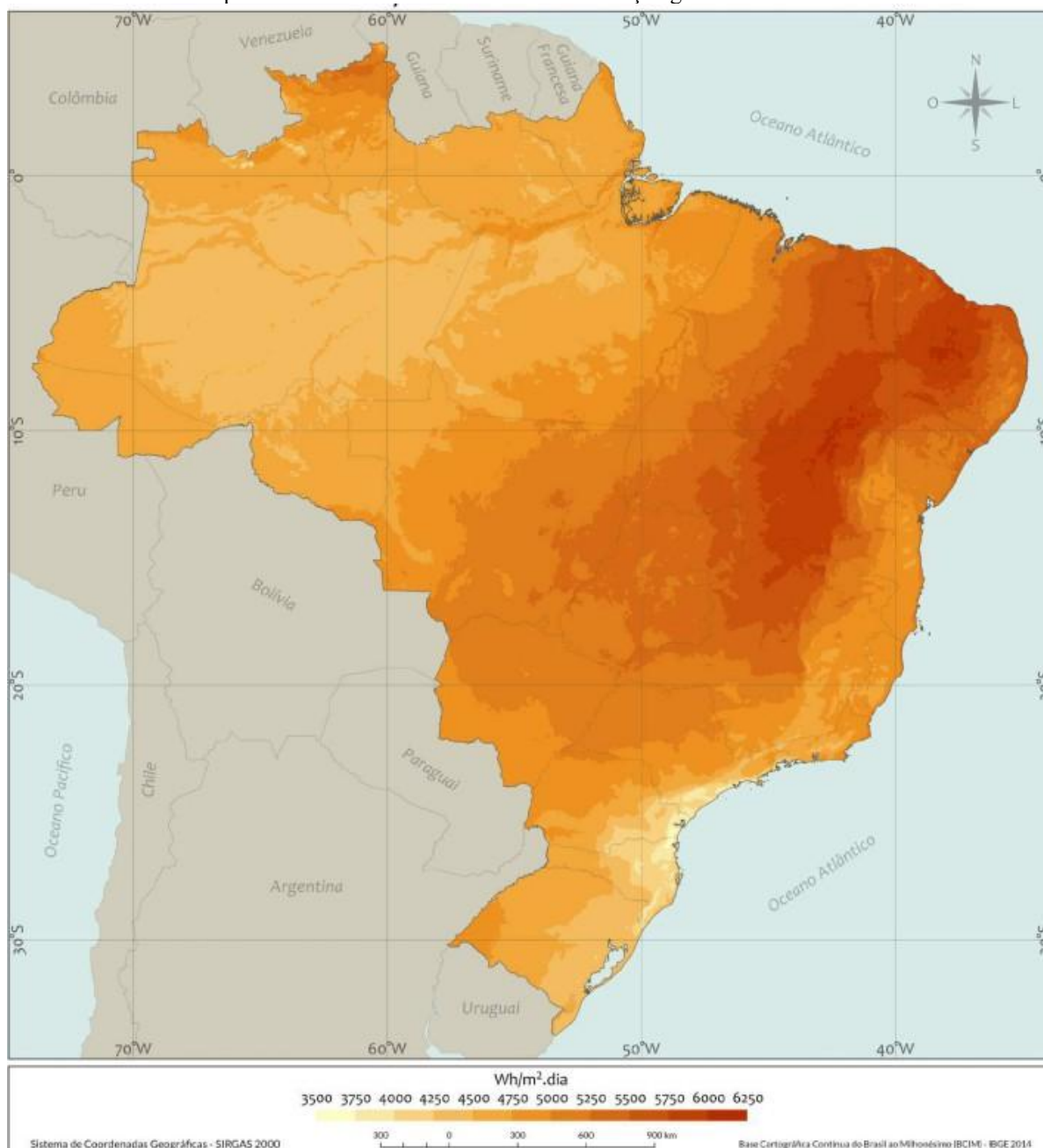
desenvolvimento sustentável, contribuindo-se, também, na geração de emprego e renda. (ALMEIDA, H. e ALMEIDA, E. 2022, p. 208).

À vista disso, de acordo com Nascimento (2015) o cenário brasileiro atual em relação ao aproveitamento do potencial de energia fotovoltaica solar está muito abaixo do potencial disponível. Sendo assim, o Nordeste Brasileiro é uma potência no que tange aos índices de irradiação solar e de certa forma esta região é extremamente beneficiada por essa riqueza. Neste viés, para Navarro e Fernandes (2015, p. 166) "o território brasileiro é rico em recursos que possibilitam o desenvolvimento da indústria fotovoltaica".

Diante disso, conforme Dantas (2020 apud SILVA, 2006) o semiárido brasileiro possui uma posição privilegiada para a captação de energia solar, pois sua localização encontra-se em latitudes próximas ao Equador, região geográfica da Terra que recebe altas quantidades de radiação solar. Além disso, o regime energético solar nesta região é mais homogêneo ao longo dos ciclos sazonais, visto que ela está distribuída em zonas geográficas de baixa latitude. Conforme pode ser observado no mapa a seguir:



Mapa 1 - Média anual do total diário da irradiação global horizontal total



Fonte: Pereira et al.(2017, p. 17). Elaboração: IBGE (2014).

Nota: O mapa está no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000.

Por conseguinte, Giampietro e Racy (2005) enuncia que o Brasil é um país rico em potencial energético, considerando a alta taxa de incidência solar. Contudo, essa energia deve ser economicamente viável, devendo ela participar do processo de desenvolvimento econômico. Caso a tecnologia adotada permitir que essa energia seja dispersa, ela não terá valor econômico. Uma vez que, é preciso que a energia esteja disponível quando e onde for necessária. Ademais, acrescenta que:

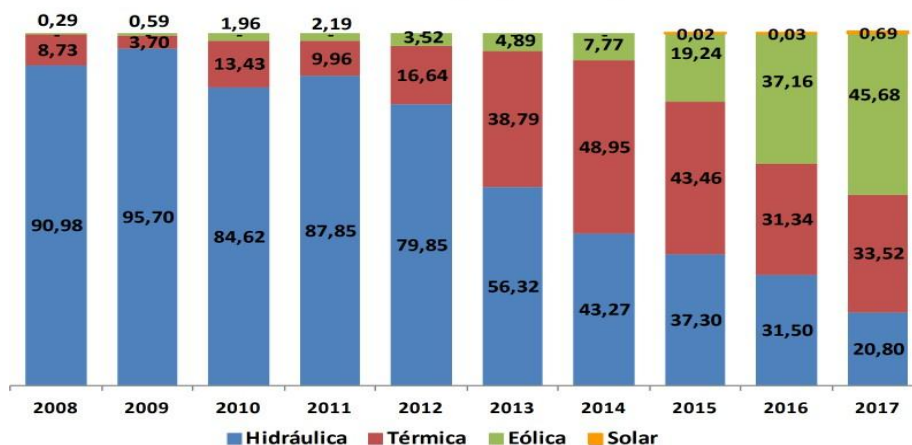
A energia elétrica por meio da fonte solar não é apenas limpa e renovável, mas também mais competitiva, ampliando a diversificação do suprimento elétrico brasileiro, uma vez que o país



é muito dependente de hidrelétricas e termelétricas fósseis. Por isso, os sistemas fotovoltaicos são um alívio para os reservatórios hídricos, além de reduzir a pressão para outros usos estratégicos, como suprimento humano, agricultura, irrigação e processos industriais. De forma complementar, reduz o acionamento de termelétricas fósseis, mais caras e poluentes, além de ajudar a diminuir os altos custos de energia elétrica para os consumidores e de colaborar na mitigação dos impactos do aquecimento global. (RODRIGUES e FREITAS, 2022, p. 157 apud ALVES, 2019).

Em contrapartida, conforme Bezerra (2022) a energia elétrica gerada na região nordeste brasileira, basicamente, provém de fonte hídrica, destacando-se o rio São Francisco como o seu principal provedor. No transcorrer do tempo outras fontes passaram a integrar a geração de energia elétrica nessa região, destacando-se a térmica e mais recentemente a eólica, a energia solar ainda permanece tímida conforme o gráfico a seguir:

Gráfico 1 – Evolução da participação das fontes de energia na geração de energia elétrica no Nordeste  
% da média anual de geração de energia



Fonte: Bezerra (2018, p. 4) apud Operador Nacional do Sistema Elétrico (2018). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

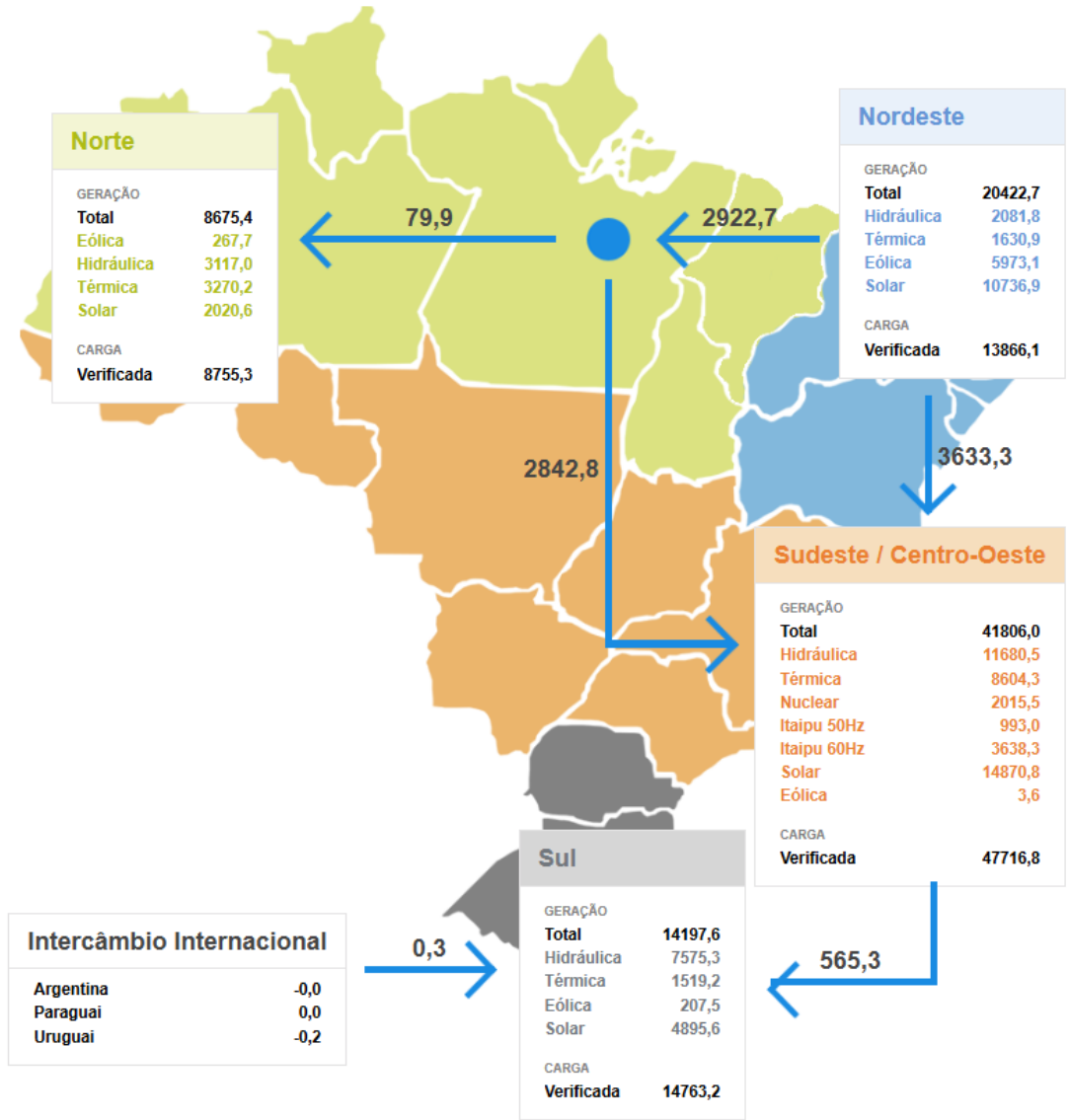
Conforme o gráfico, verifica-se que no decorrer dos anos de 2008 a 2017 houve uma redução significativa da participação hídrica na matriz energética. Enquanto que, a fonte eólica ganhou maior participação. A fonte solar mesmo aumentando sua participação ainda permanece discreta. Contudo, com o advento de novas tecnologias é esperado que a matriz solar, assim como a eólica, ganhe mais espaço. Uma vez que, a matriz hídrica está próxima de alcançar o seu limite máximo. Outrossim, para Santos e Torres (2016, p. 10) "a geração solar fotovoltaica possui ótimas características de sustentabilidade e poderá garantir futuros ganhos econômicos, sociais e ambientais". Por conseguinte, infere que:

As fontes de energia de origem solar apresentam processo de geração de eletricidade mais simples do que a obtenção de energia através de combustíveis fósseis ou nucleares. A sua utilização de forma distribuída apresenta as vantagens de redução de gastos com os sistemas de transmissão e distribuição, além de permitir desenvolvimento social para localidades não eletrificadas [...] O paradigma atual de que o fornecimento de energia deve ocorrer através de

linhas de transmissão e distribuição gera uma incoerência, pois existem projetos que visam concentrar a energia solar, naturalmente dispersa, para depois distribuí-la por um sistema interligado, deixando assim de aproveitar seus benefícios (Shayani, Oliveira e Camargo, 2006, p. 14).

Nesse contexto, para Costa et al. (2020, p. 72653) o sistema solar fotovoltaico pode ser economicamente viável, mesmo que o período de retorno se apresente alto, e mesmo havendo poucos incentivos e benefícios fiscais e financeiros por parte do governo. Entre as principais vantagens do sistema encontra-se a sua versatilidade. Ele pode ser instalado em coberturas, claraboias, fachadas e nos vidros, maximizando assim as possibilidades para o projeto de sua implantação em edificações. Configurando assim, uma excelente estratégia para geração de energia fotovoltaica nas próprias residências. Por conseguinte, a seguir pode ser observado um balanço de energia gerada registrada às 10 horas e 2 minutos do dia 04 de novembro de 2025:

Mapa 2 – Balanço de energia gerada



Todos os valores em MW

Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (2025)

Com base nos dados apresentados para a região Nordeste, observa-se que a geração total de energia alcança 20.422,7 MW, com destaque expressivo para a energia solar, que representa 10.736,9 MW, sendo a principal fonte de geração da região. Esse resultado evidencia o grande potencial solar do Nordeste, favorecido por sua elevada incidência de radiação solar ao longo do ano. Além disso, a diversificação da matriz energética nordestina, que inclui ainda fontes eólica (5.973,1 MW), hidráulica (2.081,8 MW) e térmica (1.630,9 MW), reforça o papel estratégico da região na expansão das energias renováveis no Brasil. Assim, o cenário confirma a viabilidade e a importância do investimento em sistemas fotovoltaicos, consolidando o Nordeste como referência nacional em geração limpa e sustentável.

### 3 CONCLUSÃO

Em suma, constata-se que as tecnologias atuais já permitem usar a radiação solar como matriz para geração de energia elétrica. De modo que, a energia fotovoltaica desponta como uma fonte de energia sustentável e acessível. Nesse ínterim, a região do semiárido do nordeste brasileiro apresenta aspectos ideais com alta incidência de radiação solar durante maior parte do ano.

Entretanto, a tecnologia envolvida no processo de geração e armazenamento ainda precisam ser aprimoradas para que a energia solar se torne competitiva em comparação com outras fontes de energia e conquiste maior interesse de mercado consumidor. Diante disso, novas tecnologias precisam ser desenvolvidas para aumentar a taxa de eficiência e reduzir os custos da energia fotovoltaica solar. Por fim, confere que, os objetivos do estudo foram efetivados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. A.; ALMEIDA, E. C. V. Potencial da energia solar fotovoltaica no Semiárido nordestino. Revista Concilium, v. 22, n. 2, 2022. Disponível em: <http://clium.org/index.php/edicoes/article/download/111/98>. Acesso em: 19 de setembro de 2022.
- BEZERRA, F. D. Nordeste: futuro promissor para energia solar. Caderno Setorial
- ETENE, 2018. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1017/1/2018\\_CDS\\_31.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1017/1/2018_CDS_31.pdf). Acesso em: 19 de setembro de 2022.
- COSTA, A. C. et al. Energia solar fotovoltaica uma alternativa viável?. Brazilian Journal of Developmend, v. 6, n. 9, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/17385/14114>. Acesso em: 19 de setembro de 2022.
- DANTAS, S. G. oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/240736/1/td-2541.pdf>. Acesso em: 23 de setembro de 2022.
- ELY, F.; SWART, J. W. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. Espaço IEEE, 2014. Disponível em: <http://www.ieee.org.br/wp-content/uploads/2014/05/energia-solar-fotovoltaica-terceira-geracao.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2022.
- GIAMPIETRO, U.; RACY, J. C. Viabilidade econômica da energia solar nas áreas rurais do nordeste brasileiro. Jovens Pesquisadores, 2014. Disponível em: <http://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/viabilidade-economica-energia-solar-areas-rurais-nordeste-brasileiro.pdf>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.
- JÚLIO, E. F. X.; DIAS, S. L. P. Aplicações da energia solar em comunidades carentes e rurais no nordeste brasileiro. IX Congresso Brasileiro de Energia Solar, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/download/1154/1155>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.
- KEMERICH, P. D C. et al. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/download/16132/pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.
- MARTINS, F. T.; PEREIRA, E. B.; ECHER, M. P. S. Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geoestacionário – o Projeto Swera. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-47442004000200010>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.
- MOEHLECKE, A. Et al. Energia solar fotovoltaica. In: BIASI, C. A. F. et al. Energias renováveis na área rural da região sul do Brasil. Itaipú Binacional, Foz do Iguaçu, 2018. Disponível em: [https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/20964/2/Energia\\_Solar\\_Fotovo ltaica.pdf](https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/20964/2/Energia_Solar_Fotovo%20ltaica.pdf). Acesso em: 21 de setembro de 2022.

NASCIMENTO, A. S. Energia solar fotovoltaica: estudo e viabilidade no nordeste brasileiro. Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT, João Pessoa, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8153/2/arquivototal.pdf>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.

NAVARRO, T. L. F. P.; FERNANDES, E. A. Uso residencial de energia solar para as capitais brasileiras. Rev. Econ. NE, v. 46, n. 1, Fortaleza, 2015. Disponível em: <https://g20mais20.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/download/185/163>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.

ONS. Balanço de Energia. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/balanco-de-energia>. Acesso em: 04 de novembro de 2025.

PEREIRA, E. B. Atlas Brasileiro de Energia Solar. INPE, 2ª Ed., São José dos Campos, 2017. Disponível em: <http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.

RODRIGUES, A. G.; FREITAS, F. B. estudo da viabilidade de implantação do sistema de energia solar fotovoltaica como alternativa para a crise energética brasileira. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/download/346/270>. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

ROSA, A. B. O.; GASPARIN, F. P. panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil. Revista Brasileira de Energia Solar, v. 7, n. 2, 2016. Disponível em: <https://rbens.org.br/rbens/article/download/157/155>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.

SANTOS, J. A. F. A.; TORRES, E. A. Projeções da ampliação da geração elétrica através da energia solar fotovoltaica na Bahia. Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Gramado. Disponível em: [https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/35748/1/CBPE-2016\\_Energia\\_Solar\\_FV\\_BA.pdf](https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/35748/1/CBPE-2016_Energia_Solar_FV_BA.pdf). Acesso em: 21 de setembro de 2022.

SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. A. G.; CAMARGO, I. M. T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Brasília, 2006. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod\\_resource/content/1/solar.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod_resource/content/1/solar.pdf). Acesso em: 18 de setembro de 2022.

SILVA, M. F. Panorama da energia solar fotovoltaica centralizada no sistema elétrico brasileiro: evolução, desafios e tendências. Monografia, 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%3%89TRICO\\_BRASILEIRO\\_EVOLU%3%87%3%83O\\_DESAFIOS\\_E\\_TEND%3%8ANCIAS.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AGUARDAR_2018_1-PANORAMA_DA_ENERGIA_SOLAR_FOTOVOLTAICA_CENTRALIZADA_NO_SISTEMA_EL%3%89TRICO_BRASILEIRO_EVOLU%3%87%3%83O_DESAFIOS_E_TEND%3%8ANCIAS.pdf). Acesso em: 21 de setembro de 2022.

ZILLES, R. Energia solar fotovoltaica. In: EITLER, K.; LINS, V. Textos. Fundação Roberto Marinho, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://conexaoedu.com.br/materiais/Energia%2520que%2520Transforma/Volume3\\_Textos.pdf&ved=2ahUK-EwjC48z8n6n6AhWWqZUCHfcmAF4QFnoECA0QAQ&usg=AOvVaw3xQpnlg7FtbA-rLc7KjDo6](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://conexaoedu.com.br/materiais/Energia%2520que%2520Transforma/Volume3_Textos.pdf&ved=2ahUK-EwjC48z8n6n6AhWWqZUCHfcmAF4QFnoECA0QAQ&usg=AOvVaw3xQpnlg7FtbA-rLc7KjDo6). Acesso em: 22 de setembro de 2022.