

## Energia Solar

**Francisco Diniz Bezerra**

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.  
Coordenador de Estudos e Pesquisas do BNB/Etene.  
diniz@bnb.gov.br

**Resumo:** No final de 2024, a potência instalada mundial de geração solar fotovoltaica somava 1.859 GW, sendo a China o país líder, com participação de 47,7% do total. No período de 2015-2024, a potência fotovoltaica cresceu exponencialmente à taxa média de 26,6% ao ano. Em termos globais, a presença brasileira é ainda tímida, representando cerca de 3% da potência total, no entanto, tem crescido de forma expressiva nos últimos anos, alcançando a 6ª posição entre os países. A potência instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil corresponde, em dados do final de 2025, a 65 GW (sendo 20 GW em projetos com outorga, que inclui as usinas centralizadas, e 45 GW em geração distribuída), representando cerca de 25% da potência elétrica instalada no País. O Nordeste sedia 52% dos projetos fotovoltaicos centralizados e 20% da geração fotovoltaica distribuída do País. Nessa Região, destacam-se na geração solar fotovoltaica (centralizada e distribuída juntas) a Bahia, o Piauí e o Ceará. O Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2035 (MME; EPE, 2026) aponta um futuro promissor para a energia solar no Brasil no médio e longo prazo. De acordo com a publicação, enquanto a geração total crescerá 38% no horizonte do Plano, a geração solar fotovoltaica aumentará 83%, acrescentando novos 46,5 GW ao sistema elétrico nacional. Este cenário positivo está alinhado às tendências de transição energética e descarbonização, armazenamento de energia e integração com outras tecnologias, como projetos híbridos (solar + eólica), data centers verdes, eletrificação rural e produção de hidrogênio verde, alternativas que despontam como novas fronteiras de expansão para a fonte solar no Brasil. Apesar dos avanços observados e perspectivas favoráveis no longo prazo, a geração solar centralizada enfrenta atualmente desafios no Brasil, em decorrência dos cortes de geração (*curtailment*), que está afetando as receitas dos empreendimentos implantados e desestimulando novos investimentos.

**Palavras-Chave:** Energia solar; Geração fotovoltaica; Geração distribuída; *Curtilment*; Nordeste.

### ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE - ETENE

Expediente: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE: Rogério Sobreira Bezerra (Economista-Chefe) Allison David de Oliveira Martins (Gerente de Ambiente). Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais: Luciano F. Ximenes (Gerente Executivo), Biágio de Oliveira Mendes Junior, Fernando L. E. Viana, Francisco Diniz Bezerra, Jackson Dantas Coelho, Kamilla Ribas Soares, Maria de Fátima Vidal. Célula de Gestão de Informações Econômicas: Wendell Márcio Araújo Carneiro (Gerente Executivo), Carlos Henrique Alves de Sousa, Márcia Melo de Matos, Gustavo Bezerra Carvalho (Projeto Gráfico), Breno Pereira Aragão, (Bolsistas de Nível Superior). O Caderno Setorial ETENE é uma publicação mensal que reúne análises de setores que perfazem a economia nordestina. O Caderno ainda traz temas transversais na sessão "Economia Regional". Sob uma redação eclética, esta publicação se adequa à rede bancária, pesquisadores de áreas afins, estudantes, e demais segmentos do setor produtivo.

Contato: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE. Av. Dr. Silas Munguba 5.700, Bl A2 Térreo, Passaré, 60.743-902, Fortaleza-CE. <http://www.bnb.gov.br/etene>. E-mail: [etene@bnb.gov.br](mailto:etene@bnb.gov.br)

**Aviso Legal:** O BNB/ETENE não se responsabiliza por quaisquer atos/decisões tomadas com base nas informações disponibilizadas por suas publicações e projeções. Desse modo, todas as consequências ou responsabilidades pelo uso de quaisquer dados ou análises desta publicação são assumidas exclusivamente pelo usuário, eximindo o BNB de todas as ações decorrentes do uso deste material. O acesso a essas informações implica a total aceitação deste termo de responsabilidade. É permitida a reprodução das matérias, desde que seja citada a fonte. SAC 0800 728 3030; Ouvidoria 0800 033 3030; [bancodonordeste.gov.br](http://bancodonordeste.gov.br)

## 1 Introdução

O Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial por possuir uma matriz de geração de energia elétrica amplamente baseada em fontes renováveis, com a hidroeletricidade exercendo papel predominante. Além da hídrica, outras fontes renováveis têm ganhado relevância no País, como a biomassa, a energia eólica e, mais recentemente, a energia solar.

Entre as tecnologias capazes de converter a energia solar em eletricidade, a geração fotovoltaica tem se sobressaído por sua simplicidade operacional, modularidade e crescente competitividade. A eletricidade produzida por sistemas fotovoltaicos pode ser destinada tanto ao mercado de energia quanto ao autoconsumo. No âmbito dos empreendimentos destinados à comercialização de energia, predominam as usinas de grande porte (centralizadas), que atendem demandas do Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e do Ambiente de Contratação Livre (ACL). Já no caso do autoconsumo, prevalecem sistemas de pequeno e médio porte, classificados em geral como micro e minigeração distribuída (MMGD), regulamentados atualmente pela Lei nº 14.300/2022 e por resoluções normativas (REN) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), com destaque para a REN nº 1.059/2023.

Impulsionada pela redução de custos da tecnologia fotovoltaica, a fonte solar tem ampliado expressivamente sua participação na matriz elétrica brasileira, configurando-se como uma das alternativas mais competitivas no País. Em leilões oficiais e privados, projetos de geração fotovoltaica centralizada têm apresentado preços inferiores aos de fontes convencionais, como termelétricas e hidrelétricas. No segmento de geração distribuída, a energia solar tem sido beneficiada por subsídios, se mostrando altamente atrativa em comparação às tarifas das concessionárias, o que tem estimulado investimentos em larga escala, em linha com tendências observadas internacionalmente.

Nesse contexto, a região Nordeste se destaca de maneira particular. O elevado potencial solar, associado a níveis de irradiação superiores aos das demais regiões brasileiras, confere ao Nordeste vantagens estruturais para a implantação de projetos fotovoltaicos, tornando-o um dos principais polos de expansão da geração elétrica a partir da fonte solar no País.

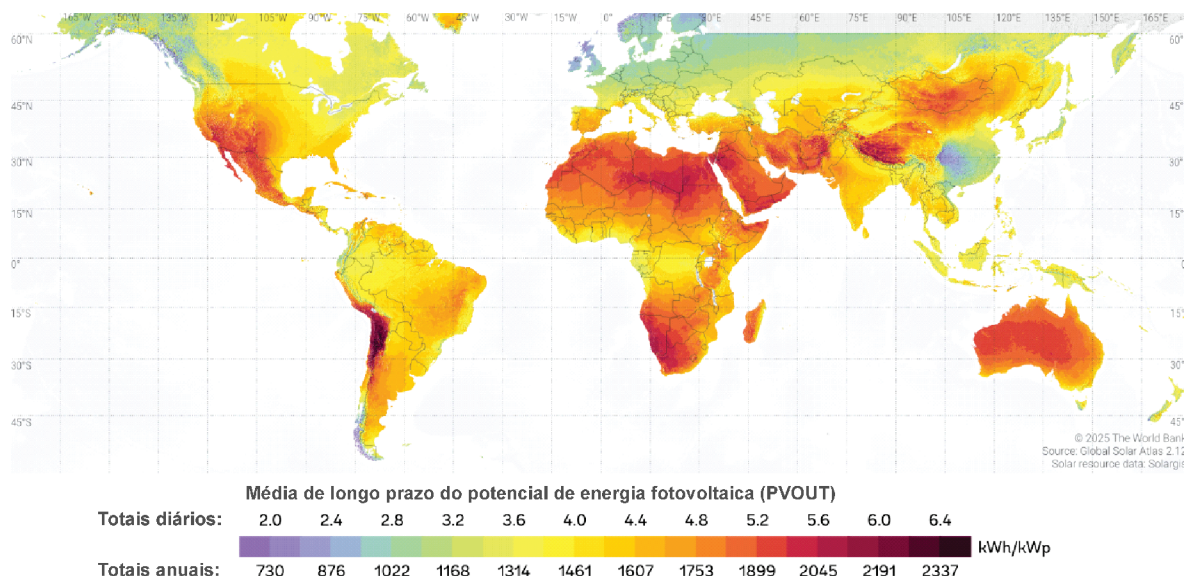
Esta análise setorial tem como objetivo principal disponibilizar informações sobre a geração de energia elétrica a partir da fonte solar, com ênfase no Nordeste do Brasil. É constituída por sete tópicos, incluindo esta introdução. No segundo tópico, abordam-se as potencialidades e a evolução do mercado da geração solar no mundo e no Brasil, enfatizando o Nordeste. No terceiro, discorre-se sobre a competitividade da fonte solar no Brasil, destacando o Nordeste nesse contexto. No quarto, aborda-se o fenômeno do *curtailment* (cortes de geração) nas usinas fotovoltaicas do Nordeste. No quinto tópico, apresenta-se o apoio do Banco do Nordeste à inserção da geração solar em sua área de atuação. No sexto, são apresentadas as perspectivas da geração fotovoltaica no Brasil. No sétimo tópico, por fim, são feitas algumas considerações finais.

## 2 Potencial e Evolução do Mercado de Geração de Energia Solar

### 2.1 No Mundo

A energia proveniente do Sol chega à superfície terrestre de forma desigual, influenciada por fatores como latitude, estação do ano, altitude, condições climáticas e atmosféricas. Essa heterogeneidade determina o potencial de geração fotovoltaica em cada região do planeta. O *Atlas Solar Global*, publicado pelo *World Bank Group* (2025), apresenta uma visão abrangente dessa distribuição, destacando áreas com irradiação mais favorável, como partes da África, Austrália, Oriente Médio e América do Sul, onde se destaca o Chile. O Nordeste brasileiro também aparece com algumas áreas com bom potencial fotovoltaico (**Figura 1**).

**Figura 1 – Potencial fotovoltaico no mundo**



Fonte: adaptado de World Bank Group (2025).

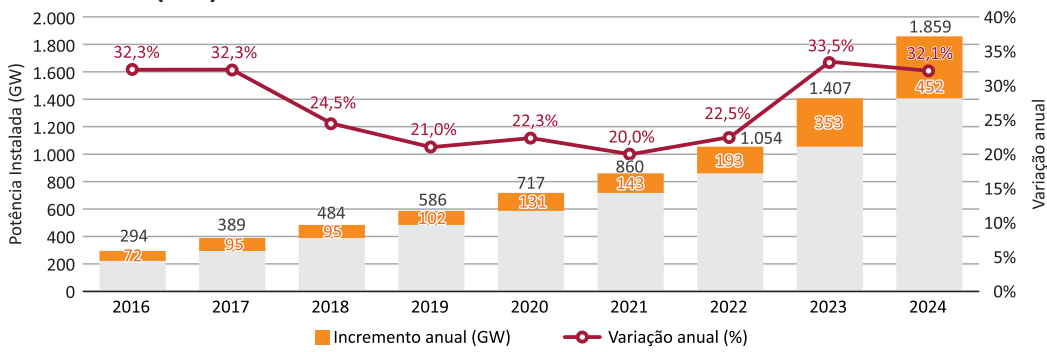
Apesar dessa variabilidade espacial, a disponibilidade de energia solar na superfície terrestre é imensamente superior à demanda mundial de energia elétrica. O aproveitamento desse elevado potencial de energia solar passou a crescer exponencialmente em escala global à medida que as tecnologias fotovoltaicas se tornaram mais eficientes e economicamente competitivas. Atualmente, a energia solar é um dos pilares da transição energética, integrando estratégias nacionais de descarbonização, diversificação da matriz elétrica e segurança energética.

No final de 2024, a capacidade instalada mundial de geração solar fotovoltaica alcançou 1.859 GW, segundo Irena (2025a). O crescimento observado no decênio 2015-2024 tem sido expressivo: a expansão ocorreu a uma taxa média de crescimento de 26,6%a.a., consolidando a solar fotovoltaica como a tecnologia de geração que mais cresce no mundo (**Gráfico 1**). Esse avanço foi impulsionado, entre outros fatores, pela queda do custo nivelado de energia (LCOE) da geração solar, pela ampliação da cadeia produtiva global, pelo aumento da eficiência dos módulos fotovoltaicos e por políticas de incentivo adotadas em diferentes países.

As perspectivas para os próximos anos indicam manutenção dessa trajetória de expansão. O interesse crescente em fontes renováveis, associado às metas internacionais de redução de emissões e à contínua diminuição dos custos tecnológicos, reforça a tendência de maior participação da energia solar na matriz elétrica mundial. Além disso, a crescente adoção de sistemas de armazenamento, o desenvolvimento de módulos bifaciais, a digitalização das redes elétricas e a integração de sistemas híbridos devem facilitar ainda mais a inserção da energia solar em grande escala.

Esse contexto global estabelece as bases para a consolidação da energia solar fotovoltaica como uma das principais alternativas de geração no século XXI, tanto em mercados emergentes quanto em países desenvolvidos.

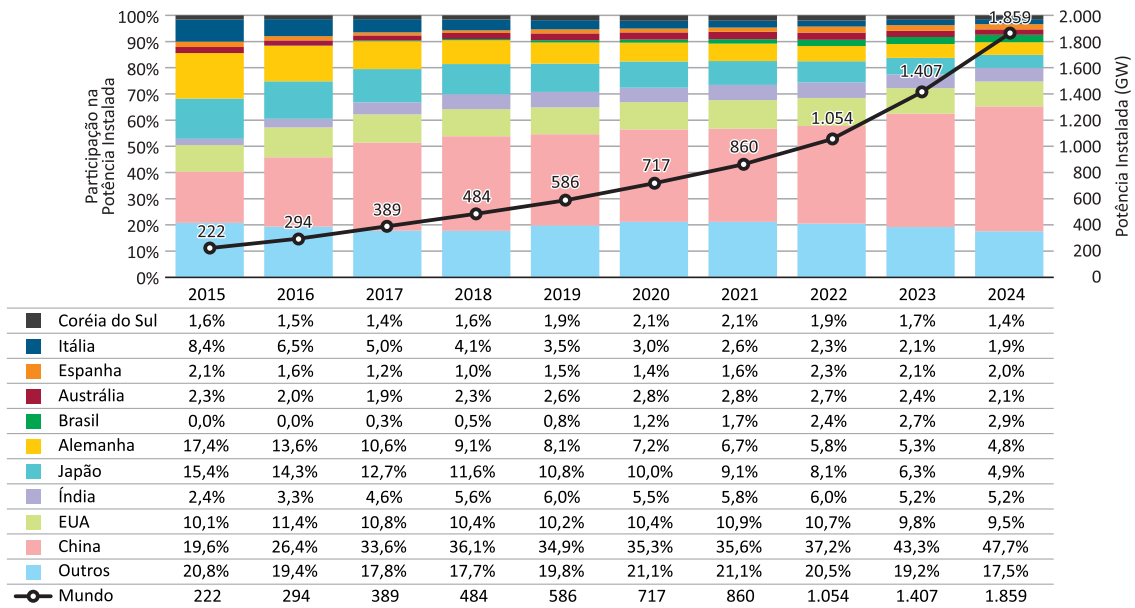
**Gráfico 1 – Incremento anual (%) e evolução da potência instalada de geração solar fotovoltaica no mundo (GW) – 2016 - 2024**



Fonte: IRENA (2025a). Elaboração: BNB/Etene.  
Nota: dados originais passíveis de ajustes.

Ao longo das duas últimas décadas, observou-se a ascensão progressiva da China como principal polo mundial de geração fotovoltaica. O País assumiu a liderança global em potência instalada em 2015 e, desde então, tem ampliado sua dianteira de forma consistente, alcançando 47,7% da capacidade mundial em 2024. Esse avanço contrasta com o desempenho da Alemanha, que liderou o mercado mundial até 2014, mas passou a perder participação relativa à medida que a expansão chinesa se intensificou e novos países passaram a adotar a energia solar em larga escala. O Brasil também aumentou paulatinamente a sua participação na potência instalada no mundo, ocupando, em 2024, a 6ª posição no ranking global, respondendo por 2,9% do total mundial (**Gráfico 2**).

**Gráfico 2 – Evolução da participação (%) dos 10 principais países na potência fotovoltaica instalada (GW) no mundo**



Fonte: IRENA (2025a). Elaboração: BNB/Etene.  
ota: dados originais passíveis de ajustes.

O crescimento registrado em 2024 evidencia a magnitude da transformação em curso no setor solar. Segundo Irena (2025a), naquele ano, a capacidade instalada global aumentou 451.938 MW, com a China contribuindo com 278.009 MW, o equivalente a 61,5% de toda a expansão mundial. O Brasil, por sua vez, adicionou 15.173 MW, ocupando a quarta posição entre os países que mais ampliaram sua capacidade instalada no ano, atrás apenas da China, dos Estados Unidos e da Índia (**Tabela 1**).

**Tabela 1 – Top 10 no incremento de potência solar fotovoltaica em 2024**

País	Potência instalada (MW)		Participação no incremento de 2024	
	2023	2024	MW	%
China	609.351	887.360	278.009	61,5%
Estados Unidos	137.725	175.990	38.265	8,5%
Índia	72.517	97.042	24.525	5,4%
Brasil	37.940	53.113	15.173	3,4%
Alemanha	74.882	89.943	15.061	3,3%
Turquia	11.292	19.882	8.590	1,9%
Espanha	29.616	36.285	6.669	1,5%
Itália	29.351	36.008	6.657	1,5%
Austrália	33.279	38.469	5.190	1,1%
França	17.399	21.528	4.129	0,9%
Outros	353.332	403.002	49.670	11,0%
<b>Mundo</b>	<b>1.406.684</b>	<b>1.858.622</b>	<b>451.938</b>	<b>100,0</b>

Fonte: IRENA (2025a). Elaboração: BNB/Etene.

Esse movimento global expresso na Tabela 1 reforça duas tendências importantes. A primeira é o papel dominante da China na cadeia produtiva fotovoltaica, tanto na fabricação de módulos, inversores e células quanto na instalação de grandes complexos de geração centralizada. A segunda tendência é a disseminação da energia solar para diferentes mercados, incluindo países de clima temperado (como Alemanha e Suécia), nações emergentes (como Índia e Turquia) e economias com elevado potencial de irradiação (como Austrália e Brasil).

Além da expansão anual, destaca-se que vários países têm revisado suas políticas energéticas para alcançar metas de neutralidade de carbono, o que projeta uma manutenção — e até aceleração — do ritmo de crescimento observado. A redução contínua dos custos dos módulos fotovoltaicos, o avanço em tecnologias como módulos bifaciais e células de heterojunção (HJT), e o aumento da competitividade dos sistemas de armazenamento contribuem para consolidar a energia solar como protagonista da transição energética global.

Também é relevante observar que, além da expansão em potência instalada, ocorre uma transformação no perfil dos projetos solares. Em muitos países, verifica-se o crescimento de usinas de grande porte conectadas diretamente à rede de transmissão, enquanto outros têm priorizado a geração distribuída em telhados, como no caso da Austrália. Essa diversidade de modelos reflete tanto condições climáticas quanto estruturas regulatórias e preços de eletricidade.

Assim, considera-se que a energia solar fotovoltaica alcançou um estágio de maturidade tecnológica e econômica que a coloca entre as fontes mais relevantes do sistema energético mundial. A tendência é de que essa expansão continue sustentada por economias de escala, inovação tecnológica e políticas voltadas à descarbonização.

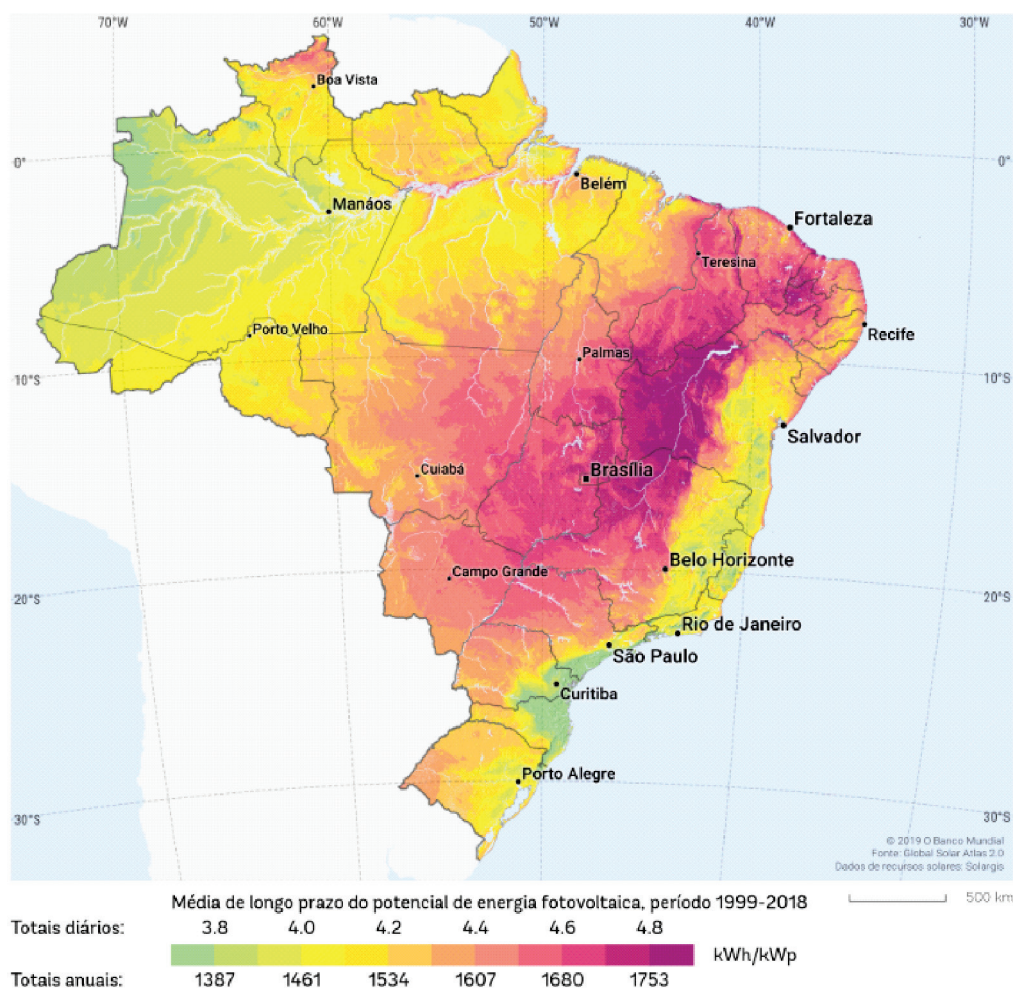
## 2.2 No Brasil, com ênfase no Nordeste

### 2.2.1 Potencial do Brasil em geração solar

A grande extensão territorial e a expressiva área de telhados em unidades residenciais e comerciais, aliadas ao elevado nível de irradiação existente no Brasil, representam um enorme potencial para a geração solar centralizada e distribuída.

O Atlas Solar Global, publicado pelo *World Bank Group* (2025), disponibiliza um conjunto de mapas de países e regiões com informações sobre o potencial fotovoltaico. Para o Brasil, o mapa do potencial fotovoltaico indica que parte expressiva do território nacional tem vocação para a geração de energia elétrica com elevada eficiência, em especial áreas do interior do Nordeste, do Sudeste e do Centro-Oeste (**Figura 2**).

**Figura 2 – Potencial fotovoltaico brasileiro**



Fonte: World Bank Group (2025).

Destaque-se ainda que o potencial solar no Brasil supera em muito o de outras fontes. Com efeito, como observa Sauaia (2019), o potencial de geração solar no País compreende 28.519 GW em usinas centralizadas e 164,1 GW em usinas residenciais de geração distribuída. Por outro lado, estima-se que o potencial brasileiro para a geração de energia elétrica a partir da fonte hídrica compreende 172 GW, dos quais 60% já foram aproveitados e 70% remanescente encontra-se nas bacias hidrográficas Amazônica e Tocantins-Araguaia (EPE, 2026), enquanto o potencial eólico corresponde a 880 GW onshore (PEREIRA, 2016) e 1.335 GW offshore (EPE, 2020), ambos para torres de 100 m de altura. A título de comparação, atualmente, a potência instalada de geração de energia elétrica no Brasil é cerca de 264 GW<sup>1</sup>. Portanto, são enormes as possibilidades de investimentos para suprir as necessidades do País por meio das fontes renováveis, em particular com a utilização dos recursos solar e eólico.

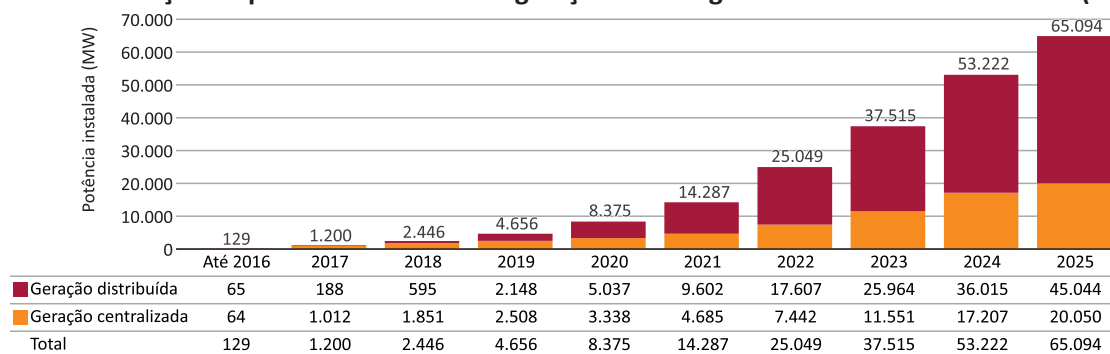
### 2.2.2 Evolução da geração solar no Brasil e no Nordeste

No decênio 2016-2025, a geração solar no Brasil teve grande impulso, em razão dos avanços no marco legal da geração distribuída e da queda no preço dos equipamentos fotovoltaicos. Em 2016, a fonte solar era incipiente no País, somando apenas 129 MW. Após crescimento vertiginoso à taxa média de 100%a.a., alcançou 65 GW no final de 2025.

No início do decênio analisado, preponderava a geração centralizada. Contudo, a geração distribuída teve ritmo mais acelerado, participando, no final de 2025, com 69% da potência fotovoltaica, contrastando com a participação de 31% de usinas com outorga, que inclui as centralizadas (**Gráfico 3**).

<sup>1</sup> Em 09/04/2026, as usinas com outorga no Brasil somavam 219 GW e as usinas de MMGD 45 GW, totalizando 264 GW (Aneel, 2026a; Aneel, 2026b).

**Gráfico 3 – Evolução da potência instalada de geração de energia solar fotovoltaica no Brasil (MW)**



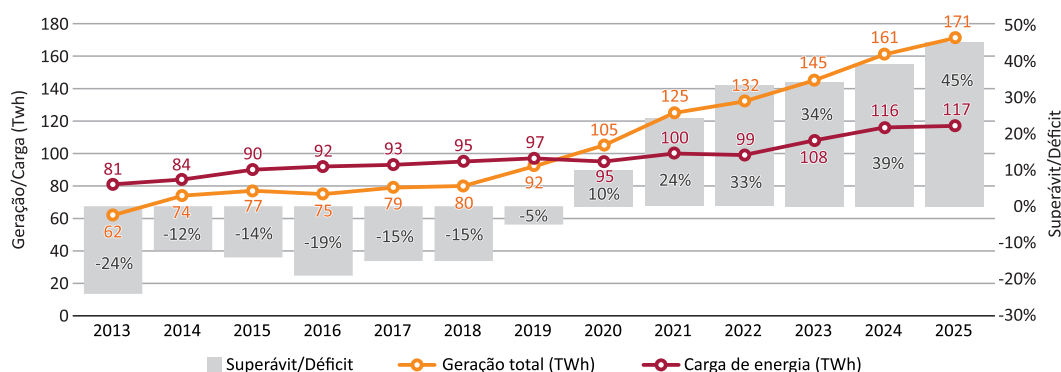
Fontes: Aneel (2026a), Aneel (2026b). Elaboração: BNB/Etene.

Notas: os dados divulgados no site da Aneel estão sujeitos a atualização e podem sofrer alterações após a data da consulta, realizada em 14/04/2026; os dados de geração centralizada correspondem à potência de usinas fotovoltaicas em operação comercial com outorga (autorização) ou registro, não incluindo usinas em fase de teste; usinas de MMGD ou com outorga que foram descontinuadas não constam nas bases de dados; no caso de usinas que foram ampliadas, é considerada a potência no ano mais recente.

Atualmente, a fonte solar responde por cerca de 25% da matriz elétrica brasileira (264 GW), superada apenas pela fonte hídrica.

Os vultosos investimentos realizados no Nordeste nos últimos anos em energia solar e eólica possibilitaram a Região tornar-se superavitária na geração de energia elétrica a partir de 2020. Desde então, o superávit tem aumentado continuamente, alcançando 45% (54 TWh) em 2025, tendo por base dados do Subsistema Nordeste<sup>2</sup> do SIN, disponibilizados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS (Gráfico 4).

**Gráfico 4 – Evolução da carga, geração e intercâmbio de energia elétrica no Subsistema Nordeste – 2016-2025**



Fonte: ONS (2026a). Elaboração: BNB/Etene.

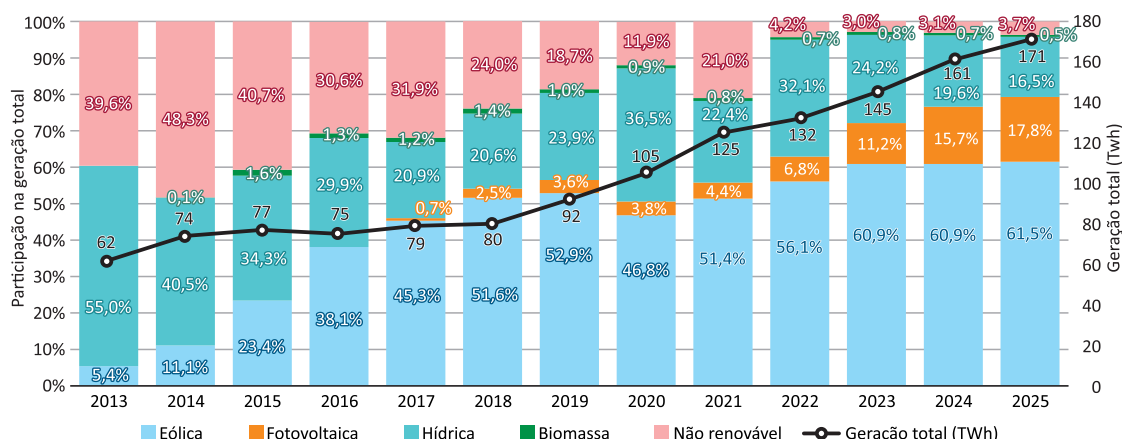
Notas: A divisão dos subsistemas de energia no Brasil compreende composição de estados distinta da regional. No caso do Subsistema Nordeste, fazem parte todos os estados da Região, exceto o Maranhão, que pertence ao Subsistema Norte; a partir de 29/04/2023, foram incluídos dados de micro e minigeração distribuída (MMGD); consulta realizada em: 22 jan. 2026; dados sujeitos a ajustes.

Desde o início da década de 2000, observa-se uma transformação estrutural da matriz elétrica regional, marcada pela forte expansão das fontes renováveis variáveis, especialmente eólica e, mais recentemente, a solar fotovoltaica.

Com efeito, além da expressiva presença eólica, a fonte solar está paulatinamente ocupando maior espaço na geração elétrica do Subsistema Nordeste. Até 2016, a contribuição dessa fonte era inexistente ou residual na geração regional. Contudo, a partir de 2017, observa-se uma inflexão clara na trajetória da fonte solar, reflexo da entrada em operação dos primeiros grandes empreendimentos centralizados, impulsionados por leilões de energia e avanços regulatórios. Em 2025, a fonte solar já representava 17,8% da geração total do Subsistema Nordeste, consolidando-se como um dos pilares da matriz elétrica regional (Gráfico 5).

2 O Subsistema Nordeste é formado por todos os estados nordestinos, exceto o Maranhão.

**Gráfico 5 – Evolução da participação das fontes na geração de energia elétrica do Subsistema Nordeste – 2013-2025 (%)**



Fonte: ONS (2026a). Elaboração: BNB/Etene.

Notas: a partir de 29/04/2023, foram incluídos dados estimados de micro e minigeração distribuída (MMGD); dados sujeitos a ajustes.

### 2.2.3 Situação atual da fonte solar no Brasil, em particular no Nordeste e nos estados da Região

A análise desagregada da potência instalada de geração solar fotovoltaica por região evidencia a consolidação do Brasil como um dos principais mercados mundiais dessa fonte, com 65 GW instalados ao final de 2025, com a MMGD participando com 69% e as usinas com outorga, incluindo as centralizadas, com 31% (Tabela 2).

**Tabela 2 – Potência instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil, Nordeste e estados da Região – Posição: 31/12/2025**

Unidade Geográfica	Usinas de Geração Distribuída (MMGD)		Usinas com outorga (Inclusive Centralizadas*)		total	
	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil
Brasil	45.044,0	100,00	20.050,1	100,00	65.094,1	100,00
Sudeste	15.086,4	33,49	9.399,1	46,88	24.485,5	37,62
Sul	9.887,4	21,95	101,0	0,50	9.988,4	15,34
Centro-Oeste	7.586,1	16,84	55,9	0,28	7.642,0	11,74
Norte	3.604,4	8,00	50,2	0,25	3.654,5	5,61
Nordeste	8.879,7	19,71	10.444,1	52,09	19.323,8	29,69
Alagoas	596,2	1,32	4,2	0,02	600,4	0,92
Bahia	2.365,0	5,25	2.670,1	13,32	5.035,2	7,74
Ceará	1.620,0	3,60	1.787,3	8,91	3.407,3	5,23
Maranhão	966,4	2,15	4,4	0,02	970,8	1,49
Paraíba	567,6	1,26	714,7	3,56	1.282,3	1,97
Pernambuco	1.383,8	3,07	1.335,4	6,66	2.719,2	4,18
Piauí	806,0	1,79	2.402,1	11,98	3.208,1	4,93
Rio G. do Norte	290,1	0,64	1.525,0	7,61	1.815,1	2,79
Sergipe	284,5	0,63	0,8	0,00	285,3	0,44

Fonte: Aneel (2025a), Aneel (2025b). Elaboração: BNB/Etene.

Notas:

Os dados de geração distribuída no site da Aneel podem ser atualizados após a data da consulta desta pesquisa;

\* De acordo com a base de dados SIGA/Aneel, das 17.091 usinas fotovoltaicas com outorga em operação em 31/12/2025, apenas 631 tinham potência igual ou superior a 1 MW. A grande maioria é formada por micro usinas que fazem parte de programas das distribuidoras de alguns estados, possuindo até 10 kW de potência.

Observa-se uma clara especialização regional no desenvolvimento da fonte solar. O Sudeste lidera a expansão da geração distribuída, concentrando 33,5% da potência nacional de MMGD, reflexo de maior densidade econômica, elevado número de consumidores e ampla penetração de sistemas em telhados residenciais, comerciais e industriais. Em contraste, o Nordeste destaca-se como a principal região na geração solar de usinas outorgadas (centralizadas), respondendo por 52,1% da potência instalada no País, o que reflete suas condições naturais extremamente favoráveis de irradiação solar, disponibilidade de grandes áreas e histórico recente de contratação por meio de leilões e do mercado livre.

Na posição de 31 de dezembro de 2025, a potência instalada de MMGD solar fotovoltaica no Brasil atingiu 45,0 GW, dos quais o Nordeste participou com 19,7%, equivalentes a cerca de 8,9 GW. Embora essa participação seja inferior à observada no Sudeste, a Região apresenta crescimento expressivo e disseminação acelerada da fonte.

No âmbito estadual nordestino, destacam-se a Bahia, o Ceará e Pernambuco, que concentram parcela significativa da MMGD regional. Esses estados combinam bons níveis de irradiação com mercados urbanos relevantes. Outros estados, como Maranhão, Piauí, Alagoas e Paraíba, embora com participação menor em termos absolutos, vêm apresentando trajetória de crescimento consistente.

No segmento das usinas solares de grande porte com outorga (centralizadas), a inserção na matriz elétrica nacional tem ocorrido tanto por meio do Mercado Regulado, via leilões federais, quanto pelo Mercado Livre de Energia, sobretudo nos últimos anos. Ao final de 2025, a potência instalada total dessas usinas no Brasil alcançou 20,0 GW, dos quais mais da metade (52,1%) localiza-se no Nordeste, confirmando o protagonismo regional nesse segmento.

Entre os estados nordestinos, a Bahia lidera a geração solar centralizada, com quase 2,7 GW instalados, seguida pelo Piauí e Ceará. Esses três estados concentram grande parte dos empreendimentos solares de grande porte da Região, beneficiando-se de altos fatores de capacidade, terrenos disponíveis e relativa proximidade de corredores de transmissão estruturantes. Estados como Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba também desempenham papel relevante, ampliando a diversificação territorial da fonte.

Cabe ressaltar que, embora o cadastro da Aneel registre elevado número de usinas solares com outorga, apenas uma fração reduzida possui potência igual ou superior a 1 MW. A maioria é composta por pequenas usinas vinculadas a programas específicos das distribuidoras, o que reforça a importância de distinguir, na análise, entre projetos efetivamente centralizados e microempreendimentos formalmente outorgados.

O dinamismo da geração distribuída no Brasil torna-se ainda mais evidente ao se observar que, somente em 2025, foram instalados 9,0 GW de MMGD solar fotovoltaica, volume superior à capacidade total acrescida por usinas outorgadas de todas as fontes no Sistema Interligado Nacional (7,5 GW) no mesmo ano. Destaca-se que a base de dados do Sistema de Informações de Geração da Aneel (SIGA) não contempla a geração distribuída, o que pode levar a uma subavaliação do real crescimento da capacidade elétrica nacional quando se consideram apenas as usinas do SIN.

Esse cenário confirma que a fonte solar fotovoltaica, especialmente na modalidade distribuída, tornou-se o principal vetor de expansão da capacidade instalada no País, com impactos diretos sobre o planejamento do sistema elétrico, a operação da rede de distribuição e a necessidade de adequações regulatórias e tecnológicas para acomodar uma matriz cada vez mais descentralizada e variável.

### 3 Competitividade da Fonte Solar no Brasil

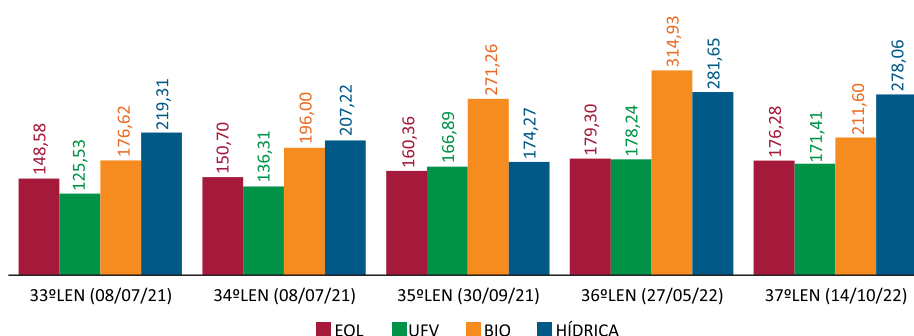
A energia solar fotovoltaica figura atualmente entre as fontes mais competitivas do setor elétrico brasileiro, em alinhamento com as principais tendências globais de transição energética. Essa competitividade decorre de um conjunto de fatores estruturais, destacando-se a expressiva redução dos custos de investimento ao longo da última década, a elevada disponibilidade de recurso solar no território nacional, a rápida expansão da capacidade instalada, o elevado grau de maturidade tecnológica alcançado e as vantagens econômicas em relação às fontes fósseis. Ademais, a fonte solar tem apresentado desempenho bastante favorável quando comparada a outras fontes renováveis em diversos contextos de contratação, consolidando-se como um dos pilares da estratégia de expansão da oferta de energia elétrica no País.

Esse cenário, contudo, não foi sempre observado. Até 2013, a fonte solar fotovoltaica não integrava os resultados dos leilões federais de energia. Sua primeira contratação ocorreu apenas em outubro de 2014, no 6º Leilão de Energia de Reserva (LER), quando os empreendimentos vencedores apresentaram preços significativamente superiores aos das fontes tradicionais. Também nos certames seguintes

— 7º e 8º LER —, os preços permaneceram elevados, reflexo de um mercado ainda incipiente e de condições de competição restritas, uma vez que a concorrência se deu exclusivamente entre projetos da mesma fonte. Importa destacar que, apesar da existência de alternativas de menor custo à época, a decisão governamental de incluir a fonte solar nesses leilões teve caráter estratégico, voltado à promoção de sua inserção no País e à formação de um mercado doméstico, criando condições para ganhos de escala e redução de custos no médio prazo.

A partir de 2018, observa-se uma mudança estrutural nesse quadro, com queda acentuada dos preços do MWh da fonte solar. Esse movimento é claramente evidenciado nos leilões mais recentes. Conforme indicado no **Gráfico 6**, nos cinco Leilões de Energia Nova (LEN) realizados em 2021 e 2022<sup>3</sup>, que contemplaram usinas fotovoltaicas, a fonte solar apresentou o menor preço médio entre todas as fontes em quatro certames, superando a fonte eólica, a biomassa e a hídrica. Esse desempenho confirma o elevado grau de competitividade econômica alcançado pela geração solar no ambiente regulado.

**Gráfico 6 – Preços médios por fonte de energia nos Leilões de Energia Nova (LEN) realizados em 2021 e 2022 (R\$/MWh)**



Fonte: CCEE (2026). Elaboração: BNB/Etene.

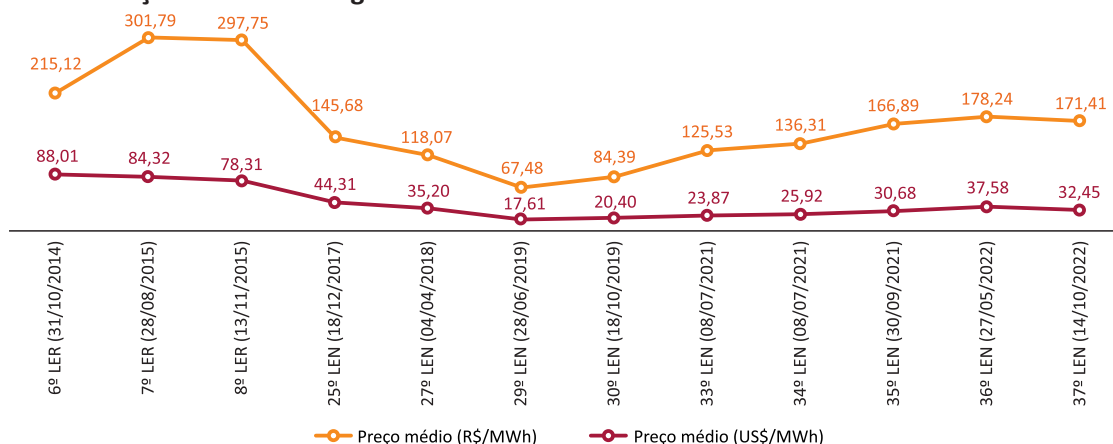
Notas: a fonte hídrica compreende CGH, PCH e UHE; EOL = geração eólica, UFV = solar fotovoltaica e BIO = termelétrica movida a biomassa; não foram considerados projetos de Resíduo Sólido Urbano (RSU) no gráfico.

Com base nos resultados desses certames, as fontes solar e eólica configuram-se, atualmente, como as alternativas mais competitivas para a expansão da geração elétrica no Brasil. Todavia, é importante ponderar que os preços ofertados nos leilões nem sempre refletem de forma plena os custos efetivos de geração. Em muitos casos, os agentes optam por estratégias comerciais agressivas, com redução dos preços de venda no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), visando assegurar a viabilização dos projetos e a obtenção de benefícios associados à contratação, prevendo a negociação de parcela significativa da energia no Ambiente de Contratação Livre (ACL), a preços mais elevados.

A análise dos 12 leilões promovidos pelo Governo Federal que resultaram na contratação de projetos solares fotovoltaicos evidencia uma trajetória de redução expressiva dos preços desde os primeiros certames (**Gráfico 7**). Observa-se um declínio acentuado entre o 6º LER (2014) e o 29º LEN (2019), quando o preço médio atingiu seu menor patamar histórico. A partir desse leilão, contudo, identifica-se um ponto de inflexão, com retomada gradual da tendência de elevação dos preços médios do MWh nos certames subsequentes, especialmente nos leilões realizados entre 2021 e 2022, refletindo alterações nas condições macroeconômicas e nos custos globais de equipamentos e financiamento.

<sup>3</sup> Embora tenha sido realizado, em 22/08/2025, o 39º LEN, a fonte solar não foi contemplada. Ressalta-se que esse leilão foi destinado exclusivamente para produtos hidrelétricos e ampliações com potência igual ou inferior a 50 MW, na modalidade por quantidade.

**Gráfico 7 – Preço médio da energia solar fotovoltaica comercializada nos leilões oficiais**



Fontes: CCEE (2026) e Bacen (2026). Elaboração: BNB/Etene.

A expressiva redução dos preços observada ao longo da última década — e o consequente aumento da competitividade da fonte solar — está fortemente associada à queda no preço dos módulos fotovoltaicos, que representam o principal componente de custo dos sistemas solares. Partindo de 2017, observa-se que o preço médio estimado do wattpico (Wp) apresentou forte trajetória de queda, apesar de oscilações relevantes ao longo do período. Ainda assim, a comparação entre 2017 e 2025 revela uma redução acumulada de aproximadamente 76% no preço médio do Wp, evidenciando ganhos tecnológicos, aumento de escala produtiva e maior eficiência da cadeia global de suprimentos, fatores determinantes para a consolidação da competitividade da fonte solar no Brasil (Tabela 3).

**Tabela 3 – Importações brasileiras de módulos fotovoltaicos e estimativa do preço médio do Wp – 2017-2025**

Ano	Valor <sup>1</sup> (US\$ FOB milhões)	Potência <sup>2</sup> (GWp)	Estimativa de preço médio (US\$/Wp)
2017	350,33	0,9	0,37
2018	580,53	1,9	0,31
2019	1.010,49	4,1	0,24
2020	1.027,05	4,8	0,21
2021	2.344,74	10,4	0,23
2022	5.125,47	17,8	0,29
2023	3.846,77	17,5	0,22
2024	2.617,34	22,3	0,12
2025	1.558,78	17,9	0,09

Fontes: MDIC (2026); Greener (2020); Greener (2021); Greener (2023); Greener (2026).  
Elaboração: BNB/Etene.

Notas:

- 1) Valores de importações referentes aos códigos NCM(2017) 85414032, NCM(2017) 85414039 e NCM(2022) 85414300, obtidos no MDIC;
- 2) Potência de módulos fotovoltaicos importados informados por Greener.

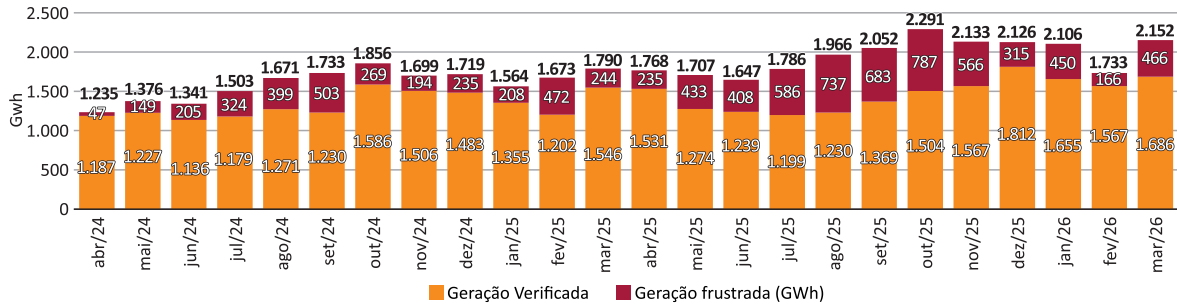
## 4 Curtailment (Cortes de Geração de Energia)

Como já salientado, a região Nordeste tem desempenhado papel central na expansão da geração fotovoltaica no Brasil, concentrando parcela significativa da potência instalada e da produção de energia solar do País. Entretanto, a acelerada incorporação de usinas fotovoltaicas (UFV) tem sido acompanhada por um fenômeno cada vez mais relevante do ponto de vista operacional e econômico: o **curtailment**, caracterizado pela redução compulsória da geração disponível, determinada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Os dados consolidados pelo ONS permitem analisar a evolução recente dos cortes de geração solar no Nordeste, com base em valores mensais de geração verificada, geração frustrada (GNRa) e na decomposição das causas associadas a confiabilidade, razão energética e indisponibilidades externas. A série analisada, compreendendo o período de abril de 2024 a março de 2026, evidencia que o *curtail-*

ment deixou de ser um evento pontual e passou a assumir caráter recorrente e estrutural na operação do sistema elétrico regional (**Gráfico 8**). Ressalta-se que o ONS iniciou os cortes na geração fotovoltaica somente a partir de abril/2024.

**Gráfico 8 – Evolução mensal dos cortes de geração (curtailment) em usinas fotovoltaicas no Nordeste (GWh)**



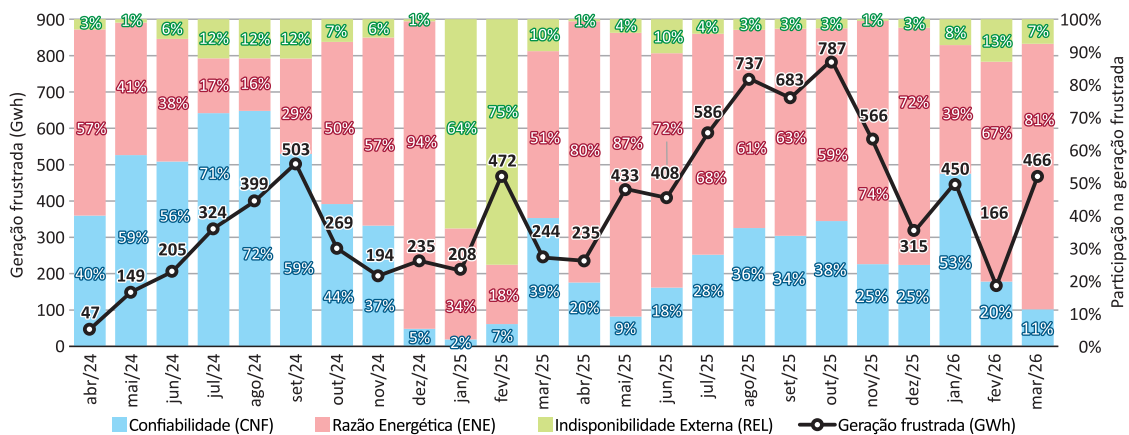
Fonte: ONS (2026b).

Notas: GNRA = Geração não realizada apurada. Corresponde à geração frustrada (curtailment); eração potencial = geração verificada + GNRA.

A análise da geração frustrada (GNRA) dos últimos 12 meses (abr25-mar26), que somou 5.857 GWh, revela crescimento de 79% em relação ao mesmo período anterior, demonstrando que o *curtailment* na fonte solar aumentou de forma significativa no Nordeste. Em todo o período analisado, ocorreram cortes mensais não homogêneos. Eles variaram entre 3,8% e 37,5% da geração potencial, que compreende a geração verificada acrescida da geração frustrada (GNRA). A evolução dos cortes demonstra que o *curtailment* passou a integrar o regime normal de operação do sistema elétrico no Nordeste, sobretudo em contextos de elevada produção fotovoltaica concomitante à geração eólica mais robusta, que ocorre no segundo semestre.

A decomposição da geração frustrada em suas principais variantes (confiabilidade, razão energética e indisponibilidade externa) permite identificar as causas predominantes dos cortes de geração. Em grande parte dos meses analisados, a razão energética (ENE) responde pela maior parcela do curtailment, indicando situações em que há excesso de geração em relação à demanda e às capacidades de escoamento e intercâmbio entre subsistemas. Essa componente ganha especialmente relevância a partir de 2025, quando a participação da razão energética supera, em vários meses, 60% ou até 70% do total da geração frustrada (**Gráfico 9**).

**Gráfico 9 – Participação das variantes ENE, CNF e REL no total de geração frustrada (curtailment)**



Fonte: ONS (2026b). Elaboração: BNB/Etene.

A componente associada à confiabilidade (CNF) também se mostra significativa em diversos períodos, refletindo decisões operativas do ONS destinadas a preservar a segurança elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN). Em meses específicos, sobretudo em 2024 e no início de 2026, essa parcela chega a representar mais de 50% do total de cortes, evidenciando desafios relacionados à estabilidade, controle de frequência e gestão das rampas de geração das fontes intermitentes.

Por sua vez, a indisponibilidade externa (REL), embora em geral apresente participação menor, torna-se relevante em alguns meses, sinalizando a influência de restrições em equipamentos de transmissão, subestações ou instalações de terceiros sobre a capacidade de escoamento da energia gerada pelas UFV.

O crescimento do *curtailment* de usinas fotovoltaicas no Nordeste possui implicações importantes para o setor elétrico. Do ponto de vista sistêmico, os dados analisados evidenciam um descompasso entre a expansão acelerada da geração renovável variável e o ritmo de reforço da infraestrutura de transmissão, bem como limitações na flexibilidade operacional do sistema.

Sob a ótica econômica, a geração frustrada representa perda potencial de receita para os empreendedores, afetando a previsibilidade financeira dos projetos e elevando a percepção de risco, especialmente em ambientes de contratação mais expostos, como o mercado livre de energia. Além disso, o aumento recorrente do *curtailment* suscita debates regulatórios relevantes sobre alocação de riscos, critérios de compensação e aprimoramento dos sinais locais para novos investimentos.

A análise dos dados do ONS demonstra que o *curtailment* em usinas fotovoltaicas no Nordeste constitui um desafio estrutural da transição energética brasileira, e não apenas um fenômeno conjuntural. A persistência e a magnitude dos cortes de geração observados requerem ações coordenadas de planejamento, incluindo a expansão e modernização da transmissão, o aumento da flexibilidade do sistema por meio de fontes despacháveis e armazenamento, e o aperfeiçoamento dos instrumentos regulatórios e operativos.

Nesse contexto, o acompanhamento sistemático da evolução do *curtailment*, com base em dados transparentes e consistentes do ONS, é fundamental para subsidiar decisões de política pública, planejamento da expansão e modelagem econômica dos empreendimentos fotovoltaicos, garantindo que o crescimento da fonte solar continue contribuindo de forma eficiente e segura para o sistema elétrico nacional.

## 5 Apoio do Banco do Nordeste à Energia Solar Fotovoltaica

O apoio do Banco do Nordeste ao setor de energia solar fotovoltaica tem crescido de forma expressiva, tanto na geração distribuída como na geração centralizada. Por meio do Programa de Financiamento à Micro e Minigeração Distribuída de Energia Elétrica e Sistemas Off-grid (FNE Sol), desde o seu início (maio/2016) até 2025, o BNB contratou 41,3 mil operações de micro e minigeração distribuída em sua área de atuação (Nordeste e Norte dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo), aportando R\$ 2,8 bilhões<sup>4</sup> (BNB, 2026).

O FNE Sol financia projetos de micro e minigeração distribuída de fontes renováveis para consumo próprio. Também financia sistemas off-grid. O limite do financiamento pode ser de até 100% do investimento, dependendo do porte do cliente, localização e garantias. Maiores detalhes do Programa para pessoas físicas, empresas e produtores rurais podem ser obtidos no endereço: <https://www.bnb.gov.br/fne-sol>.

No que concerne à geração fotovoltaica centralizada<sup>5</sup>, o Banco contratou, com recursos provenientes do FNE, cerca de R\$ 22 bilhões, no período de 2017 a 2025. Ressalta-se que a ocorrência do *curtailment* nas usinas fotovoltaicas tem afetado o interesse dos investidores na implantação de novos projetos, diminuindo sensivelmente a demanda de crédito no BNB para esses empreendimentos a partir do segundo semestre de 2025.

Os projetos de geração fotovoltaica centralizada e de geração distribuída para locação são financiados pelo Programa FNE Verde, com prazo total de até 24 anos, inclusive até 8 anos de carência. Maiores esclarecimentos sobre o Programa FNE Verde estão disponíveis no endereço: <https://www.bnb.gov.br/fne-verde>.

<sup>4</sup> Não inclui projetos de MMDG destinados à locação.

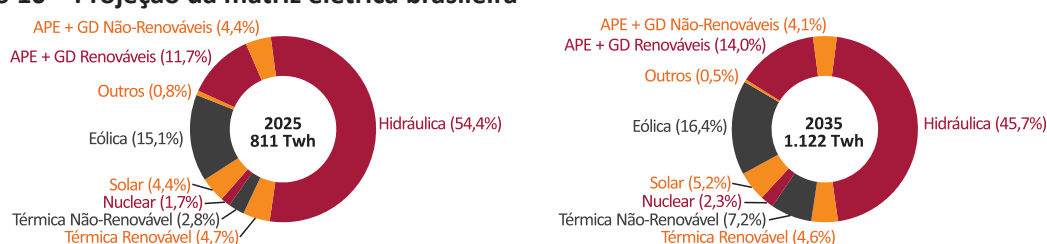
<sup>5</sup> Inclusive projetos de MMDG destinados à locação.

## 6 Perspectivas da Fonte Solar no Brasil

As perspectivas para a energia solar no Brasil seguem favoráveis no médio e longo prazo, tanto na geração distribuída (GD) quanto na geração centralizada (GC). A fonte já ocupa posição estratégica na matriz elétrica brasileira e tende a se consolidar ainda mais como pilar da transição energética. Com efeito, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2035 (MME; EPE, 2026), no horizonte do Plano, enquanto a geração de eletricidade no Brasil crescerá 38,3%, a geração a partir da fonte solar aumentará 83,0%<sup>6</sup>.

Concernente à participação na geração de eletricidade, a fonte solar representava 10,9% em 2025, ano em que foram gerados no Brasil 811 TWh por todas as fontes, devendo alcançar 14,3% em 2035, quando estima-se sejam gerados 1.122 TWh<sup>7</sup>. A fonte hidráulica, embora continue preponderante no horizonte do PDE 2035, terá paulatina redução na sua participação na matriz elétrica do Brasil. No entanto, a geração termelétrica de fontes não renováveis, que participou com 2,8% em 2025, alcançará 7,2% em 2035, representando um retrocesso na descarbonização do setor elétrico brasileiro (**Gráfico 10**).

**Gráfico 10 – Projeção da matriz elétrica brasileira**



Fonte: MME; EPE (2026).

Notas: Inclui parcela da UHE Itaipu pertencente ao Paraguai. Na GD renováveis, está incluída a geração distribuída da fonte solar.

Ainda de acordo com o PDE 2035 (MME; EPE, 2026), no Brasil, a energia solar terá o maior incremento de potência instalada dentre as fontes de energia. As projeções indicam acréscimo de 46.520 MW<sup>8</sup> de potência fotovoltaica na matriz elétrica brasileira no horizonte do Plano. Este incremento demandará investimentos de mais de R\$ 100 bilhões.

Este cenário positivo está alinhado às tendências de transição energética e descarbonização, armazenamento de energia e integração com outras tecnologias. Com efeito, a transição energética em curso e a busca de descarbonização da economia requerem cada vez mais a participação de fontes renováveis, sendo a fonte solar uma das alternativas competitivas. A diminuição acentuada e contínua dos custos associados ao armazenamento de energia elétrica contribuirá para reduzir a intermitência da geração solar, considerada um dos limitantes para a sua expansão. Além disso, novas integrações tecnológicas, como projetos híbridos (solar + eólica), data centers verdes, eletrificação rural e produção de hidrogênio verde despontam como novas fronteiras de expansão para fonte solar no Brasil.

## 7 Considerações Finais

A análise apresentada ao longo deste artigo evidencia que a energia solar fotovoltaica se consolidou como um dos vetores centrais da transição energética global e brasileira, destacando-se pelo crescimento acelerado da capacidade instalada, pela competitividade econômica alcançada e pelo papel estratégico que exerce na descarbonização da matriz elétrica. No cenário internacional, a expansão da fonte solar tem sido impulsionada pela expressiva redução de custos tecnológicos, pela ampliação da escala produtiva e por políticas públicas voltadas à mitigação das mudanças climáticas, tornando-a a fonte de geração de energia elétrica que mais cresce no mundo.

No Brasil, esse movimento ocorre de forma igualmente intensa, ainda que partindo de uma base historicamente reduzida. Em pouco mais de uma década, a geração solar fotovoltaica passou de uma

<sup>6</sup> De acordo com o PDE 2035, a geração de eletricidade a partir da fonte solar em 2025 foi de 88 TWh, sendo 36 TWh em usinas centralizadas e 52 TWh em usinas de autoprodução e geração distribuída. Para 2035, a projeção é que alcance 161 TWh, dos quais 59 TWh em usinas solares centralizadas e 102 TWh em usinas de autoprodução e geração distribuída.

<sup>7</sup> De acordo com o PDE 2035, foram gerados 88 TWh pela fonte solar em 2025, prevendo-se serem gerados 161 TWh em 2035.

<sup>8</sup> Sendo: 8.947 MW de usinas fotovoltaicas centralizadas, 37.490 de geração distribuída e 83 MW de autoprodução.

posição marginal para a condição de uma das principais fontes da matriz elétrica nacional, respondendo, ao final de 2025, por cerca de um quarto da potência instalada do País. Esse avanço decorre tanto da implantação de grandes usinas centralizadas quanto, sobretudo, da rápida disseminação da micro e minigeração distribuída, impulsionada por marcos regulatórios favoráveis, pela atratividade econômica diante das tarifas de energia elétrica e pela queda acentuada dos preços dos equipamentos fotovoltaicos.

Nesse contexto, o Nordeste brasileiro assume protagonismo singular. As condições naturais excepcionalmente favoráveis de irradiação solar, aliadas à disponibilidade de áreas e à presença de infraestrutura energética já significativa, explicam a elevada concentração de empreendimentos solares centralizados na Região, que responde por mais da metade da potência instalada nacional dessas usinas. Ao mesmo tempo, observa-se expansão consistente da geração distribuída, com crescente disseminação da tecnologia nos centros urbanos nordestinos. Tal dinâmica reforça o papel do Nordeste como um dos principais polos de geração renovável do País e como exportador líquido de energia elétrica para outros subsistemas do Sistema Interligado Nacional.

Entretanto, a trajetória de rápida expansão da fonte solar tem revelado desafios estruturais relevantes, em especial no que diz respeito à integração de grandes volumes de geração renovável variável ao sistema elétrico. O crescimento expressivo do fenômeno do *curtailment* nas usinas fotovoltaicas do Nordeste evidencia um descompasso entre o ritmo de expansão da geração e a evolução da infraestrutura de transmissão, bem como limitações na flexibilidade operativa do sistema. Os cortes recorrentes de geração, motivados principalmente por razões energéticas e por requisitos de confiabilidade, têm implicações econômicas importantes para os investidores e impõem novos desafios ao planejamento, à regulação e à operação do setor elétrico.

Sob essa ótica, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de ações coordenadas para assegurar a sustentabilidade da expansão da energia solar no Brasil. Entre essas ações, destacam-se o reforço e a antecipação de investimentos em transmissão, o aprimoramento dos sinais locais para novos empreendimentos, o desenvolvimento e a incorporação de sistemas de armazenamento de energia, o aumento da flexibilidade do parque gerador e o aperfeiçoamento dos instrumentos regulatórios voltados à alocação de riscos associados ao *curtailment*. Ademais, a integração da fonte solar com outras tecnologias, como projetos híbridos solar-eólicos, hidrogênio verde e aplicações em *data centers* e eletrificação rural, desponta como caminho promissor para ampliar o aproveitamento do recurso solar e agregar valor à geração.

O apoio institucional e financeiro desempenha papel decisivo nesse processo. A atuação do Banco do Nordeste, por meio do FNE Sol, do FNE Verde e de outras linhas de financiamento, tem sido fundamental para viabilizar investimentos tanto na geração distribuída quanto na geração centralizada, contribuindo para a interiorização do desenvolvimento, a geração de emprego e renda e a ampliação do acesso à energia limpa na sua área de atuação. Esse apoio, contudo, precisa ser continuamente ajustado à nova realidade operacional do setor, marcada por maior complexidade e por riscos associados à operação do sistema elétrico.

Por fim, as perspectivas para a energia solar fotovoltaica no Brasil permanecem amplamente favoráveis no médio e longo prazo. As projeções do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2035 indicam que a fonte deverá apresentar o maior incremento de capacidade instalada entre todas as fontes, consolidando-se como um dos pilares da matriz elétrica nacional. Para que esse potencial se materialize de forma eficiente e sustentável, será crucial alinhar o ritmo de expansão da geração às condições de escoamento, armazenamento e operação do sistema, assegurando que a energia solar continue contribuindo de maneira decisiva para a segurança energética, a competitividade econômica e a transição para uma economia de baixo carbono.

## Referências

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 14 abr. 2026a.

\_\_\_\_\_. **Base de dados SISGD**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 14 abr. 2026b.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – BACEN. **Conversão de moedas**. Disponível em: [www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br). Acesso: 18 mar. 2026.

BNB - BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Contratações FNE**. BNB, 2026.

CCEE - CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Agenda e resultados dos leilões**. Disponível em: <http://www.ccee.org.br>. Acesso: 18 mar. 2026.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Roadmap eólica offshore Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap\\_Eolica\\_Offshore\\_EPE\\_versao\\_R2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap_Eolica_Offshore_EPE_versao_R2.pdf). Acesso em 27 abr. 2026.

\_\_\_\_\_. **Expansão da geração: fontes**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/expansao-da-geracao/fontes>. Acesso em 27 abr. 2026.

GREENER. **Estudo estratégico mercado fotovoltaico de geração distribuída – 4º trimestre de 2019**. Janeiro de 2020. Disponível em: [www.greener.com.br](http://www.greener.com.br). Acesso em 15 abr. 2026.

\_\_\_\_\_. Estudo estratégico geração distribuída – 2º semestre 2021. 2021. Disponível em: [www.greener.com.br](http://www.greener.com.br). Acesso em 15 abr. 2026.

\_\_\_\_\_. Estudo estratégico de geração distribuída – mercado fotovoltaico. Fevereiro de 2023. Disponível em: [www.greener.com.br](http://www.greener.com.br). Acesso em 15 abr. 2026.

\_\_\_\_\_. Estudo estratégico referente ao ano de 2025 – Soluções energética distribuídas – Mercado fotovoltaico. Março de 2026. Disponível em: [www.greener.com.br](http://www.greener.com.br). Acesso em 15 abr. 2026.

IRENA. **Renewable capacity statistics 2025**. Abu Dhabi, 2025a. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2025/Mar/Renewable-capacity-statistics-2025>. Acesso em: 07 jan. 2026.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2035. Consolidação de resultados**. Brasília: MME/EPE, 2026. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2035>. Acesso em: 20 mai. 2026.

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Comex Stat. **Base de dados**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2026.

ONS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Histórico da operação. **Geração de energia**. Disponível em: <http://www.ons.org.br>. Acesso em: 22 jan. 2026.

\_\_\_\_\_. **Acompanhamento das restrições de geração UEE/UFV**. Disponível em: [https://www.ons.org.br/Paginas/faq\\_curtailment.aspx](https://www.ons.org.br/Paginas/faq_curtailment.aspx). Acesso em: 16 abr. 2026.

PEREIRA, Enio B. **Segurança energética: perspectivas no enfrentamento às mudanças climáticas globais**. In: Conferência Internacional do INCT para Mudanças Climáticas. São Paulo, 28 a 30 de setembro de 2016. [Apresentação]. Disponível em: <https://fapesp.br/eventos/2016/09/inct/ENIO.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SAUAIA, R. L. **Energia solar fotovoltaica: panorama, oportunidades e desafios.** Audiência Pública, Comissão de Minas e Energia – CME, Câmara dos Deputados. Brasília, 13/08/2019. Disponível em: Microsoft PowerPoint - 2019.08.13 ABSOLAR - Energia Solar Fotovoltaica - Dr. Rodrigo Lopes Sauaia.pptx. Acesso em: 27 abr. 2026.

WORLD BANK GROUP. **Global solar atlas 2.12.** Solar resource data: Solargis. Publicado em 2025. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info/download/world> . Acesso em: 07 jan. 2026.

**Todas as edições do caderno setorial disponíveis em:**

**<https://www.bnb.gov.br/etene/caderno-setorial>**

**Conheça outras publicações do ETENE**

**<https://www.bnb.gov.br/etene>**