

Análise do setor elétrico brasileiro: da geração à distribuição de energia

Analysis of the Brazilian electric power sector: from generation to electricity distribution

Wesley Matheus Ulisses da Paz¹
Carolayne Talya Godeiro Delgado²
Klismeryane Costa de Melo³

RESUMO

O setor elétrico brasileiro desempenha papel estratégico no desenvolvimento econômico e social do país, destacando-se mundialmente pela elevada participação de fontes renováveis em sua matriz elétrica e pelo contínuo processo de modernização regulatória e tecnológica. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a evolução recente do setor elétrico brasileiro, abordando os segmentos de geração, transmissão, distribuição, comercialização de energia elétrica, geração distribuída, armazenamento energético e integração de fontes renováveis. A pesquisa caracteriza-se como uma revisão narrativa de natureza descritiva, fundamentada em levantamento bibliográfico e documental realizado a partir de publicações técnico científicas e documentos oficiais de instituições como Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e Ministério de Minas e Energia (MME). Os resultados evidenciam a consolidação de uma matriz elétrica predominantemente renovável, impulsionada pelo crescimento das fontes eólica e solar, pela expansão da geração distribuída e pelo avanço do mercado livre de energia. Em contrapartida, identificam-se desafios relacionados à ampliação da infraestrutura de transmissão, à incorporação de sistemas de armazenamento de energia, à digitalização do setor e à necessidade de maior flexibilidade operacional para integração das fontes renováveis variáveis. Conclui-se que o fortalecimento do planejamento energético, aliado à modernização regulatória e aos investimentos em infraestrutura e inovação tecnológica, será determinante para garantir a segurança, a confiabilidade e a sustentabilidade do setor elétrico brasileiro diante das demandas da transição energética.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte **Engenharia de Energia – Campus Natal Central** 20181012090034, wesleymatheusdp@gmail.com

² e-mail: c.godeiro@academico.ifrn.edu.br

³ Professor. e-mail: klisifrn@gmail.com

Palavras-chave: setor elétrico brasileiro; matriz elétrica; geração distribuída; transição energética; energias renováveis.

ABSTRACT

The Brazilian power sector plays a strategic role in the country's economic and social development, gaining international recognition for the high share of renewable sources in its electricity matrix. This study analyzes the recent evolution of the sector, encompassing power generation, transmission, distribution, trading, distributed generation, energy storage, and the integration of renewable sources. The research comprises a descriptive narrative review based on bibliographic and documentary data, including technical publications and official reports from key institutions such as the National Electric Energy Agency (ANEEL), the Energy Research Office (EPE), the National Electric System Operator (ONS), the Electric Energy Trading Chamber (CCEE), and the Ministry of Mines and Energy (MME). The results highlight the consolidation of a predominantly renewable power matrix driven by wind and solar expansion, the rapid growth of distributed generation, and the opening of the free electricity market. However, significant challenges persist regarding transmission infrastructure expansion, energy storage integration, sector digitalization, and the operational flexibility required to accommodate variable renewable energy. We conclude that strengthening energy planning, combined with regulatory modernization and targeted investments in infrastructure and technological innovation, is essential to ensure reliability, security, and sustainability during the ongoing energy transition.

Keywords: Brazilian electrical system, generation, transmission, distribution.

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica constitui um dos principais pilares para o desenvolvimento econômico, industrial e social, sendo indispensável ao funcionamento dos sistemas produtivos, dos serviços essenciais e à melhoria da qualidade de vida da população. Nesse contexto, o setor elétrico brasileiro desempenha papel estratégico ao garantir o suprimento energético de um país com dimensões continentais, elevada diversidade regional e crescente demanda por eletricidade. Ao longo das últimas décadas, o Brasil tem realizado investimentos significativos em infraestrutura, inovação tecnológica e modernização regulatória, buscando assegurar maior confiabilidade, eficiência e sustentabilidade ao sistema elétrico nacional.

A estrutura do setor elétrico brasileiro caracteriza-se pela elevada complexidade e pela atuação integrada de diversos agentes responsáveis pelas atividades de geração, transmissão, distribuição, comercialização, medição e regulação da energia elétrica. A interação entre esses segmentos permite que a eletricidade seja produzida, transportada e disponibilizada aos consumidores finais com elevados padrões de segurança e confiabilidade operacional. Em razão dessa complexidade, o setor desperta interesse não apenas dos órgãos governamentais e reguladores, mas também de instituições de ensino e pesquisa, empresas do segmento energético, investidores e da sociedade em geral, uma vez que o acesso à energia elétrica representa um dos principais indicadores de desenvolvimento econômico e bem-estar social.

O crescimento da demanda por energia elétrica reforça a importância do planejamento do setor. Em 2025, o consumo nacional ultrapassou 70.000 MW médios, posicionando o Brasil entre

os maiores consumidores de eletricidade do mundo (CCEE, 2025). Esse crescimento ocorre em um cenário marcado pelo avanço tecnológico, pela expansão da digitalização da economia, pela eletrificação de diferentes setores produtivos e pela crescente utilização de tecnologias intensivas em energia, como veículos elétricos, inteligência artificial e centros de processamento de dados (data centers). Embora as projeções demográficas indiquem redução no ritmo de crescimento populacional, com uma população estimada em 213,4 milhões de habitantes em 2025 (GOV, 2025), a tendência é de aumento contínuo da demanda energética em função das transformações tecnológicas e econômicas em curso.

A matriz elétrica brasileira destaca-se internacionalmente pela elevada participação de fontes renováveis, especialmente hidrelétricas, eólicas, solares e biomassa, conferindo ao país posição de destaque na transição energética global. Nos últimos anos, observa-se uma redução gradual da dependência da geração hidrelétrica, acompanhada pelo crescimento expressivo das fontes eólica e solar, impulsionado por avanços tecnológicos, redução dos custos de implantação e incentivos regulatórios. Esse processo contribui para a diversificação da matriz elétrica, ampliando a segurança energética e reduzindo os impactos ambientais associados à geração de energia.

Após a geração, a energia elétrica é transportada por um extenso sistema de transmissão em alta tensão que conecta os principais centros geradores às regiões consumidoras por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN). A expansão da geração renovável, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, exige investimentos contínuos em infraestrutura de transmissão para garantir o escoamento da energia produzida e assegurar maior estabilidade operacional ao sistema. Na etapa seguinte, as concessionárias de distribuição são responsáveis por levar a energia elétrica aos consumidores residenciais, comerciais, industriais e rurais, realizando ainda os processos de medição e faturamento que possibilitam o controle do consumo e a cobrança pelos serviços prestados.

Sob a perspectiva do consumidor, a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica representa um requisito essencial para a continuidade das atividades econômicas e sociais. Da mesma forma, sistemas modernos de medição e leitura possibilitam maior transparência na composição das faturas, permitindo o acompanhamento do consumo, das tarifas aplicadas e dos encargos incidentes, além de favorecer práticas de uso racional da energia e maior eficiência energética.

Embora exista ampla literatura abordando aspectos específicos do setor elétrico brasileiro, observa-se uma carência de estudos que apresentem uma análise integrada dos processos de geração, transmissão, distribuição, comercialização e das tendências recentes relacionadas à transição energética. A consolidação da geração distribuída, a expansão do mercado livre de energia, o desenvolvimento dos sistemas de armazenamento energético e a crescente digitalização da infraestrutura elétrica tornam necessária uma abordagem sistêmica capaz de compreender as transformações em curso e seus impactos sobre o planejamento e a operação do sistema elétrico nacional.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar a estrutura e a evolução recente do setor elétrico brasileiro, tomando como referência dados atualizados até o ano de 2026. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico e documental baseado em informações disponibilizadas por órgãos oficiais e instituições do setor energético, buscando caracterizar os segmentos de geração, transmissão, distribuição, medição e leitura de energia elétrica, bem como discutir as principais tendências e desafios associados à modernização do sistema elétrico brasileiro e ao avanço da transição energética.

2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma **revisão narrativa de caráter descritivo e qualitativo**, desenvolvida com o objetivo de analisar a evolução recente do setor elétrico brasileiro, contemplando os segmentos de geração, transmissão, distribuição, comercialização, armazenamento de energia e integração de fontes renováveis.

A pesquisa foi conduzida por meio de levantamento bibliográfico e documental, utilizando fontes secundárias provenientes de instituições oficiais, organismos reguladores, associações setoriais e literatura técnico-científica. Foram consultadas publicações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Ministério de Minas e Energia (MME), Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), além de livros, artigos científicos e documentos normativos relacionados ao setor elétrico brasileiro.

Para a seleção do material, adotaram-se como critérios de inclusão documentos publicados preferencialmente entre **2022 e 2026**, contendo informações atualizadas sobre a matriz elétrica brasileira, expansão da geração, transmissão, distribuição, mercado livre de energia, geração distribuída, armazenamento energético e transição energética. Também foram utilizados documentos clássicos para fundamentação conceitual dos sistemas elétricos quando considerados relevantes.

Após a etapa de levantamento bibliográfico, as informações foram organizadas por categorias temáticas correspondentes às principais etapas do setor elétrico brasileiro: estrutura institucional, geração de energia elétrica, transmissão, distribuição, mercado livre de energia, geração distribuída, armazenamento de energia e perspectivas para a transição energética. Em seguida, realizou-se uma análise descritiva e comparativa dos dados estatísticos disponibilizados pelos órgãos oficiais, buscando identificar tendências, avanços tecnológicos, mudanças regulatórias e desafios associados ao desenvolvimento do setor elétrico nacional.

3. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Diante do novo contexto de reforma do setor elétrico brasileiro, o mercado livre de energia elétrica tem se consolidado como um dos principais mecanismos de modernização e aumento da competitividade no setor. Inserido no denominado Ambiente de Contratação Livre (ACL), esse modelo permite que consumidores negociem diretamente com geradores e comercializadores condições contratuais como preço, volume, prazo e fonte de energia, diferentemente do Ambiente de Contratação Regulada (ACR), no qual a aquisição de energia ocorre por meio das distribuidoras sob tarifas definidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2022; CCEE, 2026).

A evolução do ACL no Brasil está diretamente associada ao processo de liberalização iniciado na década de 1990, intensificado por avanços regulatórios recentes. Nesse contexto, destaca-se a promulgação da Lei nº 15.269/2025, que estabelece a abertura gradual do mercado para consumidores de menor porte, ampliando o acesso ao ambiente livre para unidades anteriormente restritas ao mercado regulado. Tal medida segue uma

tendência internacional de incentivo à concorrência e eficiência nos mercados de energia.

De acordo com dados da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, o mercado livre já representa cerca de 42% do consumo nacional de energia elétrica em 2026, com crescimento contínuo impulsionado principalmente pela migração de consumidores industriais e comerciais em busca de maior previsibilidade de custos e flexibilidade contratual. Além disso, estudos recentes apontam que o consumo no ACL apresenta taxas de crescimento superiores ao mercado regulado, evidenciando uma mudança estrutural no perfil de contratação de energia no país.

Entre os principais benefícios associados ao mercado livre, destacam-se a possibilidade de redução de custos energéticos, maior autonomia na gestão do consumo, previsibilidade orçamentária por meio de contratos de longo prazo e incentivo à contratação de fontes renováveis, como energia eólica e solar. Esse aspecto é particularmente relevante no contexto da transição energética, uma vez que o ACL tem se mostrado um importante vetor de expansão de fontes limpas na matriz elétrica brasileira.

Por outro lado, a ampliação do mercado livre também impõe desafios regulatórios e operacionais, como a necessidade de maior conhecimento técnico por parte dos consumidores, a gestão de riscos associados à volatilidade de preços no mercado de curto prazo e o aperfeiçoamento contínuo dos mecanismos de regulação e fiscalização. Nesse sentido, o papel das instituições setoriais, como a ANEEL e a CCEE, torna-se fundamental para garantir a transparência, segurança e eficiência das operações no ambiente de comercialização.

Por fim, a abertura progressiva do mercado livre de energia elétrica no Brasil representa uma transformação estrutural no setor, com potencial para promover ganhos de eficiência econômica, aumento da competitividade e estímulo à inovação, consolidando um ambiente mais dinâmico e alinhado às melhores práticas internacionais (EPE, 2026; GOV, 2026, CCEE, 2026).

Após a RESEB passaram a existir algumas instituições responsáveis por gerir o Setor Elétrico Brasileiro (SEB), são elas (DACHERY, 2020):

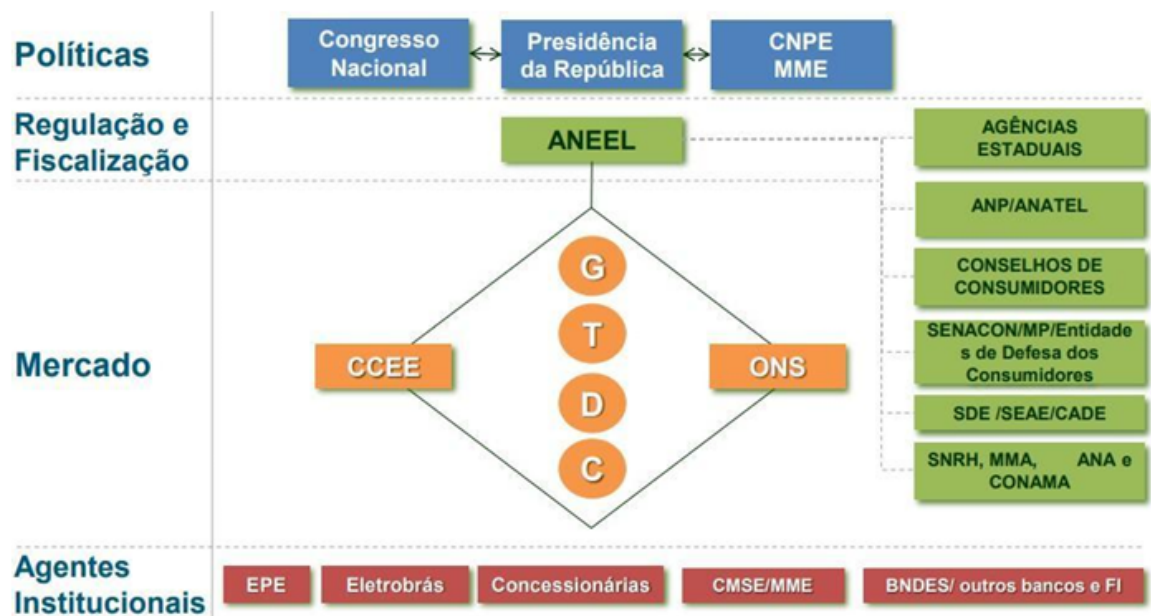
- **CNPE (Conselho Nacional de Política Energética):** Responsável por estabelecer políticas e orientações estratégicas para o setor de energia, identificando as abordagens mais adequadas para garantir o fornecimento de energia elétrica. Esta entidade opera com vínculo direto à Presidência da República.
- **MME (Ministério de Minas e Energia):** Desenvolve e coloca em prática políticas para o setor de energia, alinhadas às orientações condicionais do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE);
- **CMSE (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico):** Acompanha as condições de fornecimento e propõe medidas preventivas para garantir a segurança no abastecimento. Mantém uma ligação direta com o Ministério de Minas e Energia;
- **EPE (Empresa de Pesquisa Energética):** Conduz análises e pesquisas para determinar a composição da Matriz Energética, fornece suporte ao planejamento do crescimento do setor elétrico, abrange tanto a geração quanto a transmissão de energia;
- **ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica):** Estabelece a regulação e

fiscalização sobre atividades de geração, transmissão e distribuição de energia, com o objetivo de promover um equilíbrio no mercado;

- **ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico):** Coordena e controla as operações das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no âmbito do Sistema Interligado Nacional (SIN);
- **CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica):** Promove a comercialização de energia, desempenhando diversas atividades que incluem a gestão de contratos, a liquidação do mercado de curto prazo e a organização de leilões.

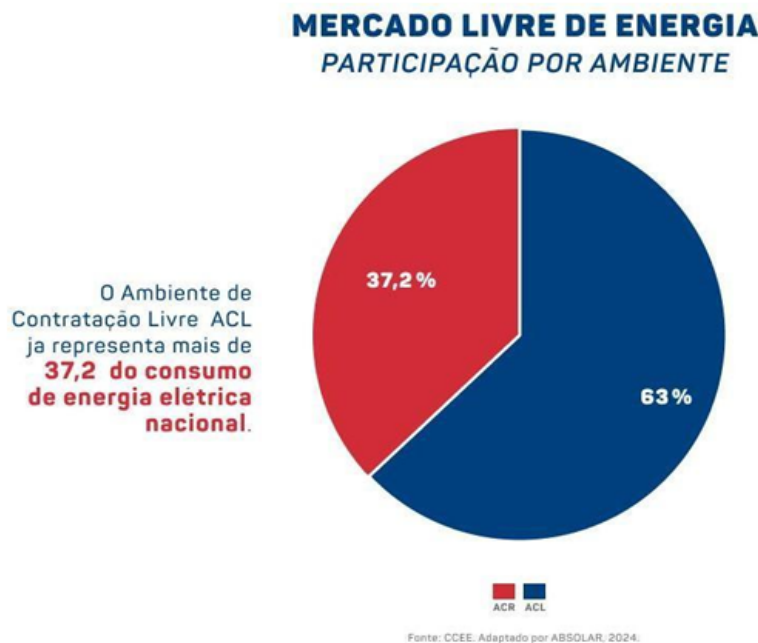
A Figura 1 apresenta um organograma da organização estrutural do setor após sua reestruturação:

Figura 1 – Reestruturação do setor elétrico brasileiro



Fonte: Rocha, Alexandre (2022).

Figura 2 – A crescente do ACL (ambiente de contratação livre)



Fonte: CCEE. Adaptado por, Absolar 2024

3.1 Geração de energia elétrica no Brasil

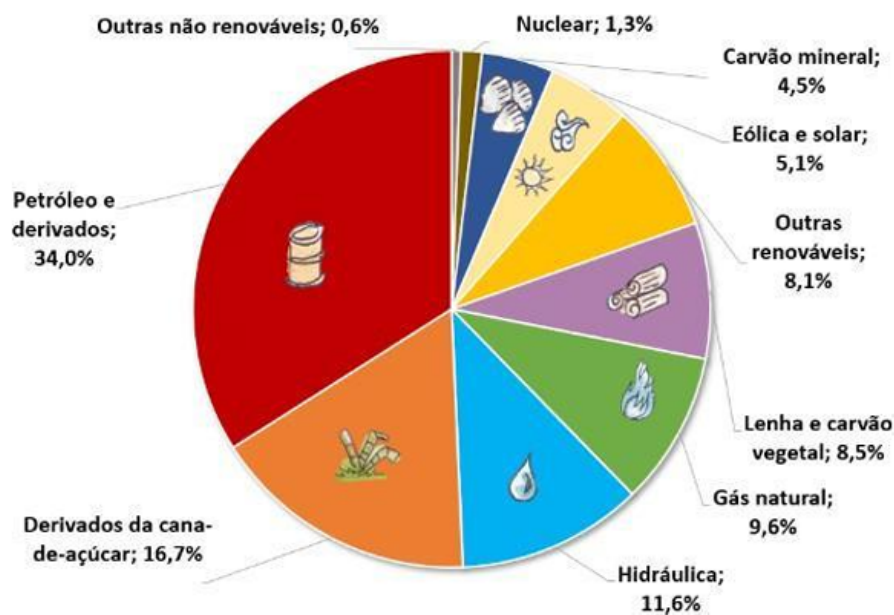
3.1.1 – Matriz elétrica brasileira

A matriz elétrica de um determinado local trata-se do conjunto de fontes destinadas exclusivamente à geração de energia elétrica. O Brasil possui grande diversidade de recursos renováveis, estes são assim denominados pois possuem a capacidade de renovar-se constantemente à medida que são utilizados, por essa razão são considerados inexauríveis. As fontes provenientes de origem renovável são determinadas limpas, pois emitem menos gases de efeito estufa (GEE) em comparação com as fontes fósseis (EPE, 2025). Ainda segundo a EPE, mais de 88% da geração de energia elétrica do país é proveniente de fontes renováveis (EPE, 2025).

Os principais GEE são dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), eles são responsáveis pelo aquecimento global e mudanças climáticas, sua liberação ocorre pelo processo de queima de fontes fósseis como o carvão e gás natural (ONU, 2022), estas fontes são assim classificadas pois formaram-se há milhões de anos, em decorrência de condições particulares de temperatura e pressão, através do depósito de material orgânico na superfície terrestre (EPE, 2025).

A Figura 2 apresenta a distribuição percentual por tipo de fonte de geração de energia da matriz elétrica brasileira:

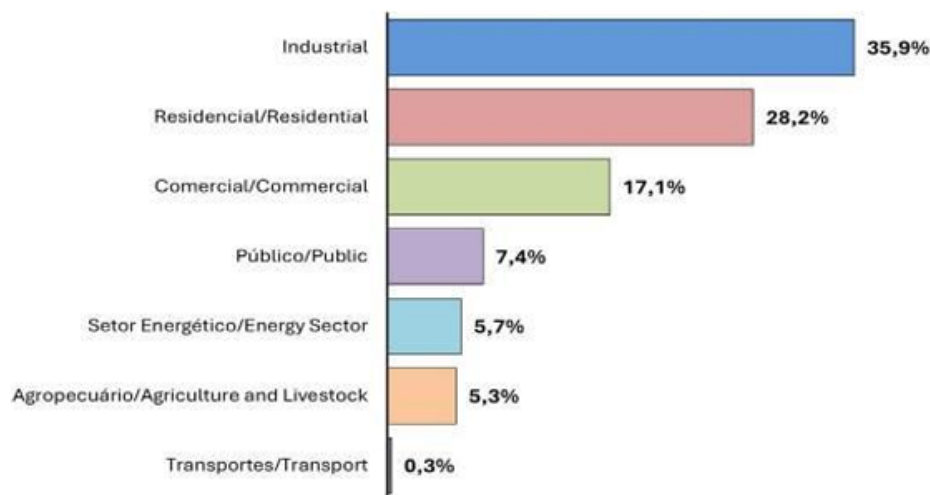
Figura 2 – Matriz elétrica brasileira



Fonte: EPE (2025).

Segundo a EPE, em 2024 o Brasil ultrapassou os 751,3 TWh em geração de energia elétrica e fechou o ano com um consumo total de 650,4 TWh, destes 35,9% foram destinados a indústria e 28,2% ao consumo residencial, como pode ser observado na Figura 3:

Figura 3 – Consumo de energia por setor em 2024



Fonte: EPE (2025).

3.1.2 – Panorama nacional - fonte hídrica

O Brasil é um dos países que mais utiliza a energia hidrelétrica em sua matriz, atualmente este tipo de geração ocupa o percentual de 55,3% na matriz elétrica nacional, esse fato se dá pelo

excelente regime hídrico vivenciado, que manteve a vasta abundância de rios caudalosos ao decorrer do território brasileiro (EPE, 2025). A geração de energia por meio desta fonte é parte fundamental do sistema elétrico brasileiro e possui uma excelente competitividade econômica. Outra vantagem do uso deste tipo de fonte é a sua capacidade de armazenamento por meio de reservatórios que são abastecidos em períodos de chuvas e permanecem prontos para uso durante períodos de seca. (EPE, 2025).

De acordo com a ANEEL, por meio da resolução normativa nº 875 de 10 de março de 2020, essa classe de geração pode ser classificada de acordo com o tipo e a potência instalada (ANEEL, 2020):

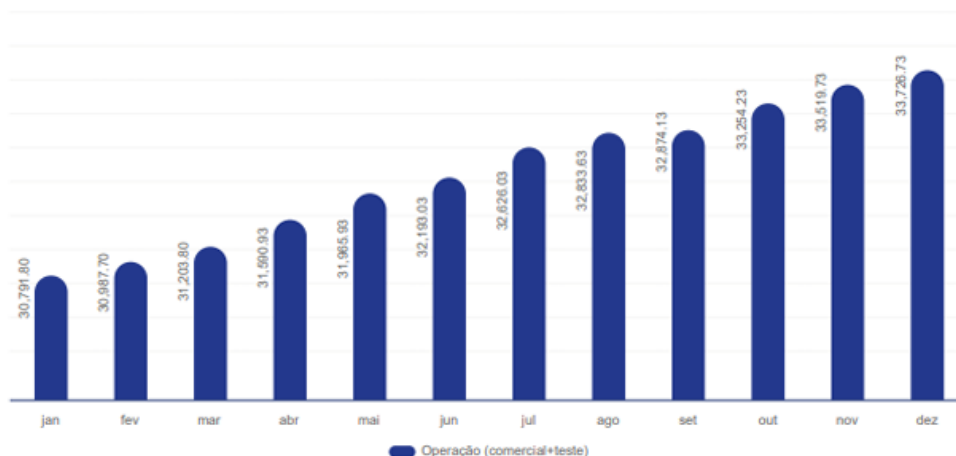
- **CGH (Central Geradora Hidrelétrica):** Possui aproveitamento hidrelétrico igual ou inferior a 5.000 kW.
- **PCH (Pequena Central Hidrelétrica):** Possui uma potência superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW.
- **UHE (Usina Hidrelétrica):** Possui potência instalada superior a 30.000 kW (sujeito à outorga de autorização) ou potência instalada superior a 50.000 kW (sujeito à outorga de concessão).

3.1.3 – *Panorama nacional - fonte eólica*

A geração eólica é a segunda fonte mais utilizada no país, ocupando o percentual de 14,1% na matriz elétrica (EPE, 2025). Ao final do ano de 2024 existiam 904 usinas espalhadas pelo país, somando 25,63 GW de potência instalada, uma evolução de 18,85% em relação a dezembro de 2021. A energia eólica está em constante ascensão no Brasil, o país possui o cenário ideal para esse tipo de geração, pois a qualidade dos ventos é o principal fator para isso, estes devem ser de boa intensidade, estáveis e sem variação súbita de velocidade e direção, essas características são encontradas em grande parte do território nacional, com foco principal na região nordeste. O Brasil ocupa o quinto lugar no Ranking de Capacidade Instalada do GWEC - Conselho Global de Energia Eólica (ABEEOLICA, 2026).

A Figura 4 apresenta a evolução da capacidade instalada, em GW, para geração de energia eólica no país no ano de 2024.

Figura 4 - Evolução da capacidade instalada – 2024 (GW)



Fonte: ABEEOLICA, 2026.

No ano de 2024, a fonte eólica foi a segunda que apresentou maior crescimento. Representando 10,8% em relação a dezembro de 2023, foram instalados novos 76 parques eólicos, totalizando 23 MW de capacidade adicionada. Como pode ser observado na Figura 5, a maior quantidade de parques instalados foi na Bahia, seguido pelo Piauí e Rio Grande do Norte (ABEEOLICA, 2026).

Figura 5 – Estados com novos parques em 2024

	Soma de Potência (MW)	Número de Parques
BA	1.953,9	48
PI	364,8	8
RN	313,5	9
RS	302,4	3
PB	116,0	3
CE	112,5	3
PE	91,2	2
Total Geral	3.254,3	76

Fonte: ABEEOLICA, 2026.

Em relação à sua importância e contribuição para o fornecimento de energia, a geração proveniente da fonte eólica, em média, representou 16,1% de toda a energia injetada no Sistema Interligado Nacional (SIN) em 2024. Observando a Figura 6, percebe-se que o subsistema Nordeste tem uma capacidade de geração muito próxima da geração total do sistema, chegando a representar 92,2% da produção. (ABEEOLICA, 2026).

Figura 6 – Geração e representatividade da fonte eólica

Região	2023		2024		% de crescimento
	Geração (TWh)	Representatividade	Geração (TWh)	Representatividade	
Sudeste	0,06	0,1%	0,05	0,1%	-12%
Sul	5,50	6,1%	6,22	6,0%	13%
Nordeste	83,52	92,0%	95,25	92,2%	14%
Norte	1,72	1,9%	1,76	1,7%	3%
Total	90,80	100%	103,28	100%	13,7%

Fonte: ABEEOLICA, 2026.

3.1.4 – *Panorama nacional - fonte solar*

A geração de energia elétrica através de usinas solares fotovoltaicas no Brasil tem experimentado um crescimento significativo, tornando-se parte cada vez mais importante da matriz elétrica do país. Ocupa a porcentagem de 9,3% na geração de energia elétrica (EPE, 2025), em 2026 apresenta uma potência instalada de 68,6 GW e 4.174.208 sistemas de geração distribuída interligados a rede, sendo 50,48% destes para fins residenciais (ABSOLAR, 2026).

Dentro da definição de usinas solares fotovoltaicas, estas podem ser:

- **Geração centralizada:** Composta por projetos de geração de grande porte que visam o suprimento de consumo de diversos consumidores e necessitam de linhas de transmissão para o transporte do montante (ABSOLAR, 2019). Atualmente existem

usinas desse porte espalhadas em 17 estados brasileiros e uma potência total outorgada de 145,8 GW. O Rio Grande do Norte é o 5º estado que possui maior potência instalada, com um total de 9.282,8 MW. (ABSOLAR, 2026).

- **Geração Distribuída:** Este tipo de geração pode ser classificado como (ANEEL, 2026):

- **Microgeração distribuída:** Central geradora de energia elétrica que utiliza fontes renováveis ou, de acordo com a Resolução Normativa nº 1.031, de 26 de julho de 2022, de cogeração distribuída. Essa central está conectada à rede de distribuição de energia elétrica por meio de uma unidade consumidora, da qual é considerada parte, e possui uma potência instalada em corrente alternada menor ou igual a 75 kW.
- **Minigeração distribuída:** Refere-se a uma central geradora de energia elétrica que utiliza fontes renováveis ou, de acordo com a Resolução Normativa nº 1.031, de 26 de julho de 2022, de cogeração comprometida. Essa central está conectada à rede de distribuição de energia elétrica por meio de uma unidade consumidora, da qual é considerada parte. A potência instalada em corrente alternada para minigeração distribuída deve ser maior que 75 kW e menor ou igual a:

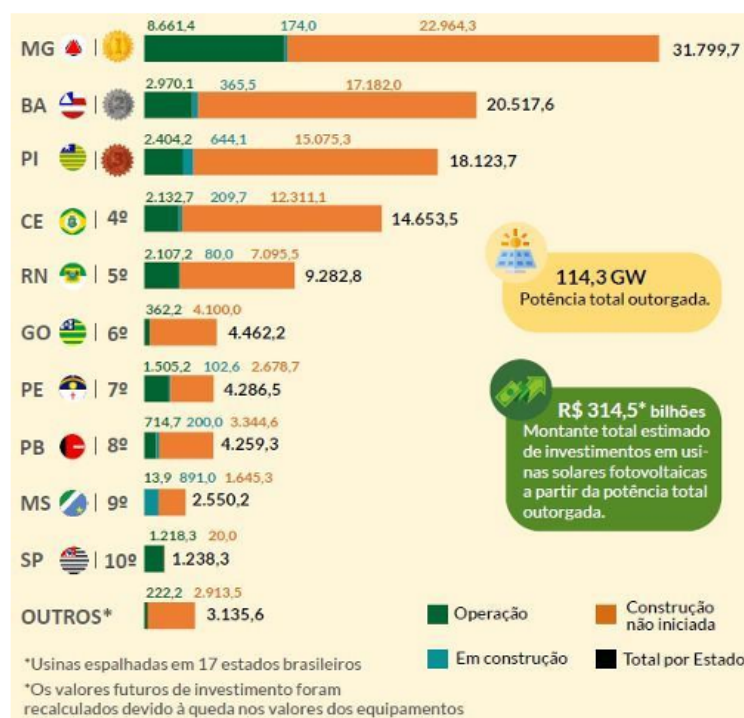
a) 5 MW para as centrais geradoras de fontes despacháveis;

b) 3 MW para as demais fontes não enquadradas como centrais geradoras de fontes despacháveis; ou

c) 5 MW para unidades consumidoras já conectadas em 7 de janeiro de 2022 ou que protocolarem solicitação de orçamento de conexão até 7 de janeiro de 2023, conforme os termos da Seção IX do Capítulo II do Título I (Resolução Normativa nº 1.031), independentemente do enquadramento como centrais geradoras de fontes despacháveis.

A Figura 7 apresenta a potência instalada (MW) e status das usinas solares fotovoltaicas outorgadas do mercado regulatório e do mercado livre por estado:

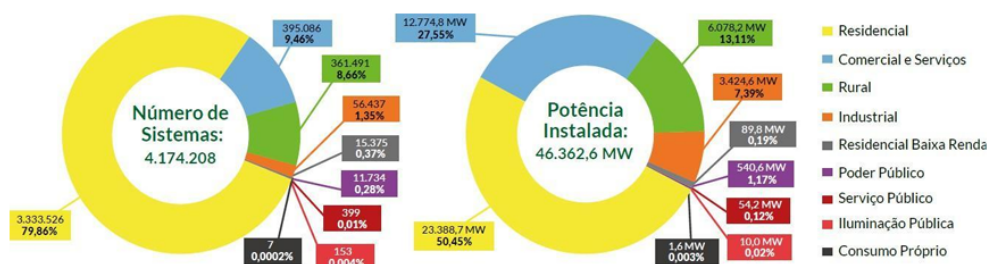
Figura 7 – Geração centralizada solar fotovoltaica no Brasil em 2026 por estado.



Fonte: ABSOLAR (2026).

Através dos dados apresentados na Figura 8, podemos inferir que a quantidade de sistemas GD ligados a rede é majoritariamente residencial, consequentemente sua potência instalada também é maior que os demais.

Figura 8 - Geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil em 2026 por classe de consumo.



Fonte:

ABSOLAR (2026)

3.1.5 – Panorama nacional - fonte térmica a gás natural

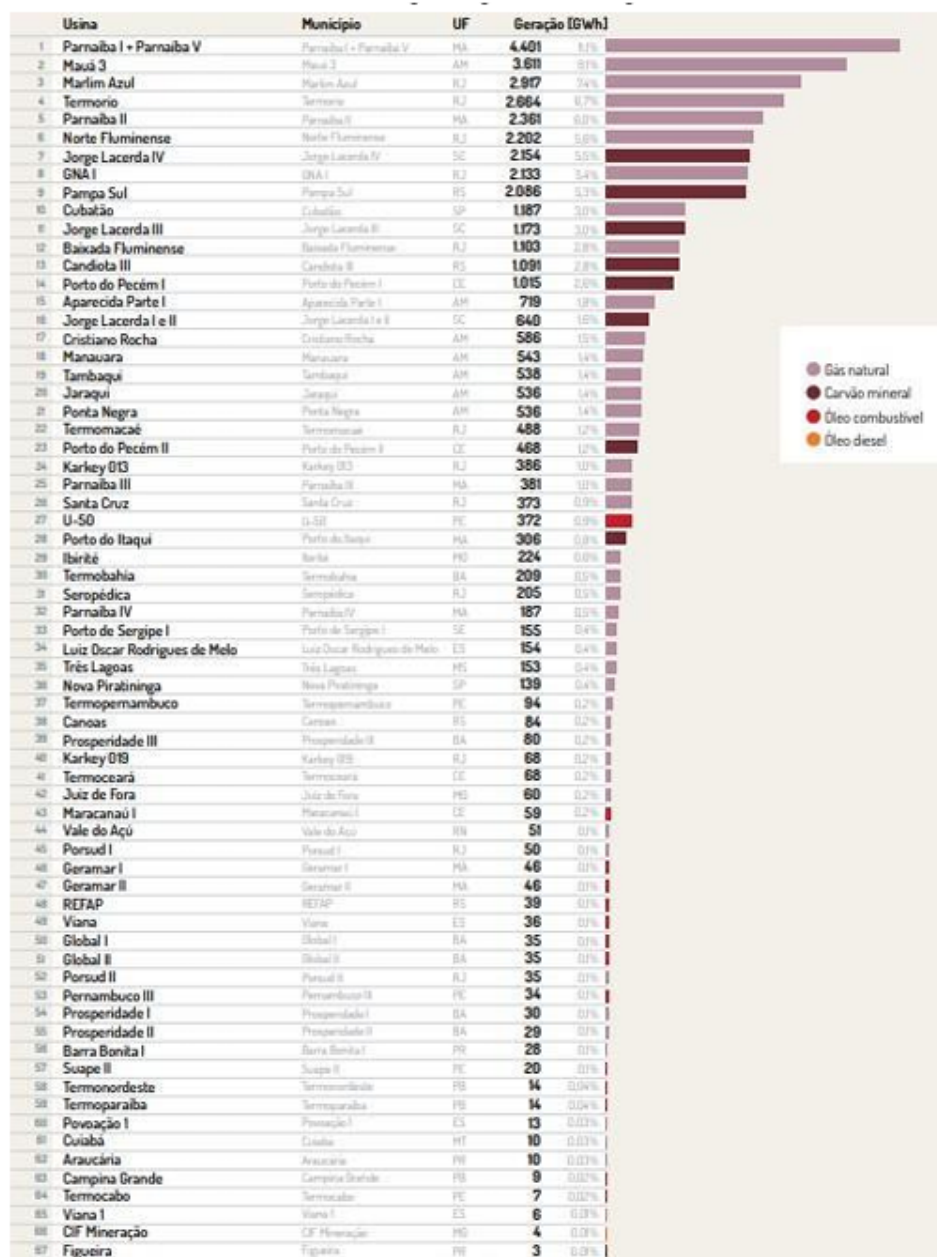
Embora o Brasil apresente mais de 80% da sua composição de geração renovável, as Usinas Termelétricas (UTE) a gás natural desempenharam um papel significativo na matriz elétrica do país nas últimas décadas e ainda apresentam uma importante parcela de produção, alcançando a porcentagem de 6,3% e ocupando a posição de terceira fonte mais utilizada no país (EPE 2025).

Atualmente existem 43 UTE's movidas a gás natural conectadas ao SIN. Em 2024 a produção de eletricidade através desta fonte chegou aos 29,8 TWh, este valor corresponde a 75% da geração total de energia por termelétricas, o restante da produção ficou por conta de fontes como carvão mineral, óleo combustível e óleo diesel (IEMA, 2025).

As UTE's a gás natural podem ser acionadas em períodos de alta demanda de eletricidade ou quando outras fontes de geração não estão disponíveis ou são insuficientes, desempenhando um papel estratégico na garantia da segurança do fornecimento.

As principais termelétricas geradas de eletricidade no país são localizadas em Parnaíba – MA, Mauá – AM e Marlim Azul – RJ e produziram respectivamente (GWh) 4.401, 3.611 e 2.917 em 2024 (Figura 9), (IEMA, 2025).

Figura 9 - Eletricidade gerada por termelétrica fóssil do SIN em 2024, com destaque para o combustível principal de cada planta



Fonte: IEMA (2025).

3.1.6 – Panorama nacional – fonte nuclear

A geração de energia elétrica por fonte nuclear compôs 2,1% da matriz energética brasileira. A participação desta fonte é relativamente pequena em comparação com hidrelétricas, termelétricas e usinas eólicas, considerada uma fonte de energia de base, o que significa que pode fornecer eletricidade de forma contínua e estável, independentemente das condições climáticas (EPE, 2025). Em 2024, a geração de eletricidade por meio dessa fonte atingiu os 15,8 TWh. Atualmente no Brasil existem duas usinas em operação, ambas localizadas em Angra dos Reis – RJ (World Nuclear Association, 2025):

- **Angra I:** Começou a operar comercialmente em 1985 e possui uma capacidade instalada de aproximadamente 640 megawatts;
- **Angra II:** Entrou em operação comercial em 2001 e tem uma capacidade instalada de cerca de 1.350 megawatts;
- **Angra III (Em construção):** O projeto Angra 3 foi concebido para ser uma expansão do complexo nuclear de Angra. No entanto, a sua construção enfrentou desafios financeiros e de licenciamento, resultando em atrasos importantes e agora se encontra com 67,56% do avanço físico. Quando concluída, Angra 3 deverá ter uma capacidade instalada de aproximadamente 1.405 megawatts e possui previsão de conclusão para o segundo semestre de 2028.

3.2 – Transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil

3.2.1 – Panorama nacional - transmissão

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é uma estrutura integrada que abrange todo o território nacional e conecta diversas instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Visa garantir a estabilidade, confiabilidade e eficiência do sistema elétrico do país. No contexto do Brasil, o SIN é gerenciado e operado pelo ONS, ele permite a troca de energia entre as diferentes regiões do país, otimizando a distribuição e garantindo o suprimento de eletricidade de forma equilibrada. Essa interligação também contribui para a segurança energética, pois permite compensar variações na geração e demanda em diferentes partes do país. Além disso, o SIN desempenha um papel crucial na coordenação de operações, no planejamento energético e na implementação de políticas para o setor elétrico nacional. Sua existência reflete a necessidade de uma gestão unificada e coordenada para assegurar um fornecimento estável de energia elétrica em todo o Brasil (ONS, 2022). A Figura 11 ilustra as linhas de transmissão integrantes do SIN e sua disposição no território nacional.

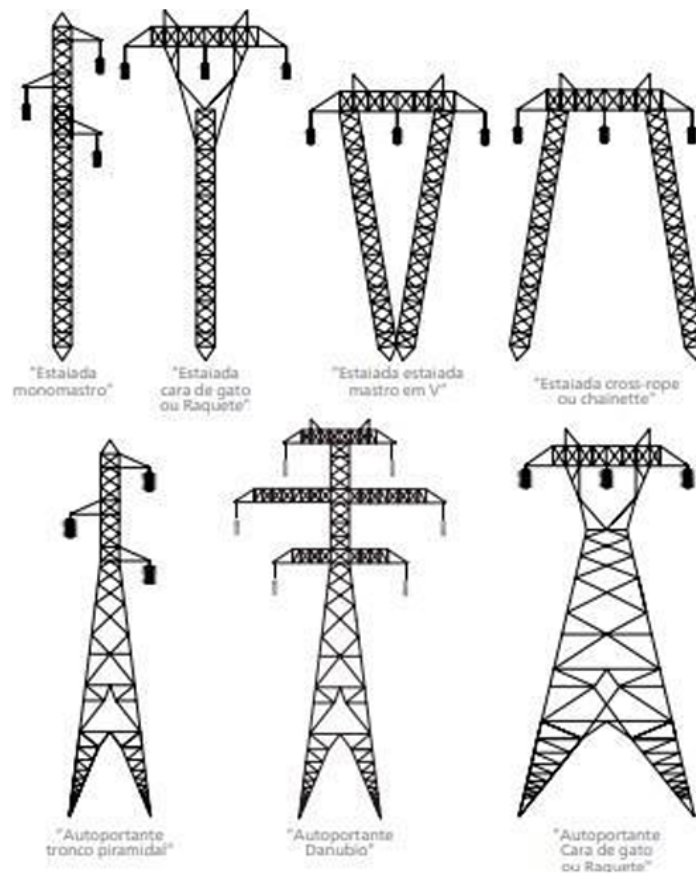
Horizonte 2024

This map illustrates the Brazilian power grid as of 2024. It shows a dense network of transmission lines connecting major cities and power plants across the country. The map includes labels for neighboring countries (Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, Peru, Bolívia, Chile, Paraguai, Argentina, Uruguai) and various Brazilian cities (Boa Vista, Manaus, Macapá, Belém, S. Luís, Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife, Maceió, Aracaju, Salvador, Vitória, B. Horizonte, R. Janeiro, São Paulo, Curitiba, Florianópolis, P. Alegre, Melour, Rivera, Itaipu, Cuiabá, Goiânia, Brasília, Palmas, Tucuruí, Porto Velho, Rio Branco, C. Grande, Garabi, Uruguaiana, Melour 500 MW, and Melour 70 MW). A legend in the bottom right corner defines the line types and colors for different voltage levels: 138 kV (yellow), 230 kV (green), 345 kV (blue), 440 kV (pink), 500 kV (red), 750 kV (black), 600 kV cc (yellow dashed), and 800 kV cc (blue dashed). It also indicates the number of existing circuits with a circle icon.

Os sistemas de transmissão de energia elétrica são constituídos, de forma geral, por linhas de transmissão (LTs), sistemas de proteção — como relés e disjuntores — e subestações, que desempenham funções de manobra, transformação e controle do fluxo de potência. No contexto brasileiro, predominam as linhas de transmissão aéreas, estruturadas por torres metálicas ou de concreto, cabos condutores, cadeias de isoladores, ferragens e cabos de proteção contra descargas atmosféricas, conhecidos como cabos para-raios ou cabos de guarda. Esses elementos trabalham de forma integrada para garantir o transporte seguro e eficiente da energia elétrica em níveis elevados de tensão, assegurando confiabilidade operacional e proteção contra sobretensões e falhas no sistema (EPE, 2026; FUCHS, 1977).

A Figura 12 apresenta os tipos de torres de transmissão, e sua classificação de acordo com seus nomes populares. As torres de tipo “Autoportante” não possuem estrutura auxiliar, repassando todos seus esforços diretamente para a fundação, de acordo com seu dimensionamento. O tipo “Estaiada” é uma torre mais leve, utiliza o princípio de transferência de parte de seus esforços às fundações, através de cabos unidos a sua estrutura (denominados tirantes ou estais) (BRAMETAL, 2021)

Figura 12 – Classificação dos tipos de torres e sua nomenclatura popular



Fonte: BRAMETAL (2021).

As linhas de transmissão podem ser classificadas de acordo com os níveis de tensão, comprimento e condições gerais de fornecimento, como pode ser observado na Tabela 1 (Pinto, 2014):

Tabela 1 – Classificação das linhas de transmissão

Quanto aos níveis de tensão	
Transmissão	750, 500, 230, 138, e 69 kV
Subtransmissão	138, 69 e 34,5 kV
Quanto ao comprimento (L)	
Curtas	$L < 80$ km
Médias	$80 < L < 249$ km
Longas	$L < 249$ km
Quanto às condições gerais de fornecimento	
Subgrupo A1	tensão igual ou superior a 230 kV
Subgrupo A2	tensão de 88 a 138 kV
Subgrupo A3	tensão de 69 kV
Subgrupo A3a	tensão de 30 a 44 kV
Subgrupo A4	tensão de 2,3 a 25 kV
Subgrupo AS	tensão inferior a 2,3 kV (sistema subterrâneo)

Fonte: PINTO (2014).

Os sistemas de subtransmissão são utilizados na transmissão de energia para consumidores de grande porte. No contexto brasileiro, em termos gerais, as linhas de 69 kV são convencionais como subtransmissão (PINTO, 2014).

3.2.2 – *Panorama nacional – distribuição*

O processo de distribuição de energia elétrica ocorre por meio da chegada das linhas de transmissão às subestações abaixadoras, estas são responsáveis por reduzir a tensão, geralmente para 13,8 kV, dos condutores provenientes das linhas de transmissão e subtransmissão. Neste local, os principais componentes que permitem este processo ser realizado são os alimentadores, que podem estar ligados diretamente aos transformadores de distribuição da concessionária, ou a consumidores que usufruem da tensão primária. Portanto, definimos o sistema de distribuição em (TOSTES, 2007; KAGAN, 2005):

- A. **Rede de Distribuição Primária:** Formada pelos alimentadores primários e a subestação de distribuição (ou subestação primária). Fazem parte da média tensão e podem ter sua distribuição nas tensões 11,9 kV, 13,8 kV, 23 kV e 34,5 kV;
- B. **Rede de Distribuição Secundária:** Corresponde aos transformadores de distribuição, alimentadores secundários e os ramais de ligação. Fazem parte da baixa tensão, que no Brasil é equivalente à rede de 220/127 V ou 380/220 V.

As redes primárias e secundárias podem assumir as seguintes configurações (DACHERRY, 2021):

- **Rede de distribuição aérea convencional:** Os condutores elétricos desse tipo de rede não possuem isolamento, ocasionando maior incidência de curto circuito. Esta é a configuração de rede de distribuição mais utilizada no Brasil;
- **Rede de distribuição aérea compacta:** Ocupam menos espaço e possui uma camada de isolação, causando assim menores perturbações;
- **Rede de distribuição aérea isolada:** Utilizada em casos especiais pois possui bastante isolação, tornando-a uma rede mais cara;
- **Rede de distribuição subterrânea:** Possui boa estética, pois os condutores não são visíveis, sua confiabilidade é maior do que as redes citadas anteriormente, pois devido sua localização no subsolo as redes ficam protegidas de intempéries e acidentes com a população, porém apresenta custo mais elevado.

As redes secundárias, responsáveis pela distribuição de energia em baixa tensão através dos ramais de ligação, são provenientes de transformadores que recebem a energia em tensão primária e a rebaixam para serem utilizadas na tensão secundária. O transformador também possui o papel de fornecer o condutor neutro, que será utilizado nas UC's atendidas em baixa tensão. Se faz essencial o conhecimento da demanda necessária para o atendimento de determinada localidade, pois, somente assim, o transformador de distribuição poderá ser dimensionado (MANIÇÓBA, 2022).

A tensão de fornecimento para o atendimento de consumidores possui a seguinte classificação, de acordo com a Resolução Normativa ANEEL nº 956, de 7 de dezembro de 2021, responsável por reger os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST):

- **Alta Tensão (AT):** Tensão igual ou superior a 69 kV e inferior a 230 kV, ou unidades consumidoras em tensão igual ou superior a 230 kV, quando definidas pela ANEEL.
- **Média Tensão (MT):** Tensão igual ou superior a 2,3 kV e inferior a 69 kV;
- **Baixa Tensão (BT):** Tensão inferior a 2,3 kV.

Os consumidores são classificados de acordo com a RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021, da seguinte forma:

- **Grupo A:** Corresponde ao agrupamento de UC's atendidas em tensão maior ou igual a 2,3 kV (esta classificação é subdividida em subgrupos que foram descritos na tabela 1 deste trabalho, de acordo com o nível de tensão);
- **Grupo B:** Corresponde ao agrupamento de UC's atendidas em tensão menor que 2,3 kV. São subdivididas da seguinte maneira:
 - Subgrupo B1: Residencial;
 - Subgrupo B2: Rural;
 - Subgrupo B3: Demais classes (industrial, comercial, poder público, serviço público e consumo próprio); e

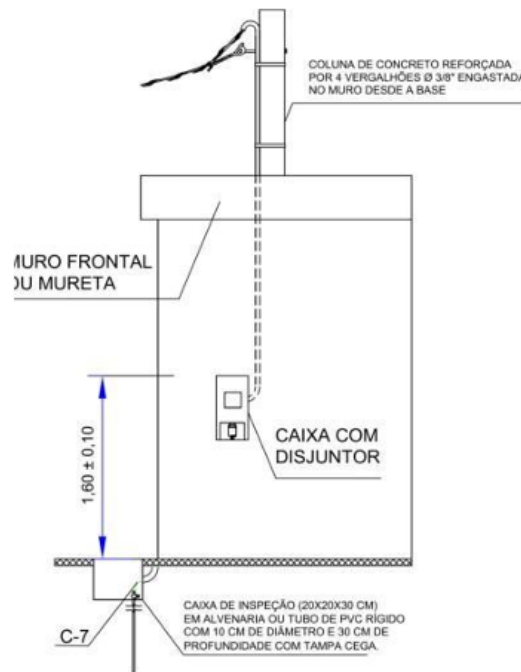
○ Subgrupo B4: Iluminação Pública

No Rio Grande do Norte, a concessionária responsável pela distribuição de energia elétrica é a Neoenergia COSERN, através da normativa DIS-NOR-030 são estabelecidas as condições de fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição de edificações individuais. O atendimento das unidades consumidoras pode ser:

- **Tipo M (Monofásico):** Possui dois fios (fase e neutro), utilizado nas UC's que possuem carga instalada de até 10 kW (para tensão de fornecimento 220/127 V) ou carga instalada de até 15 kW (para tensão de fornecimento 380/220 V);
- **Tipo B (Bifásico):** Possui três fios (duas fases e um neutro), utilizado nas UC's com carga instalada de até 18 kW (para tensão de fornecimento 220/127 V) ou carga instalada de até 38 kW (para tensão de fornecimento 380/220 V);
- **Tipo T (Trifásico):** Possui quatro fios (três fases e um neutro), utilizado nas UC's com carga instalada de até 75 kW e demanda 75 kVA, para tensão de fornecimento 220/127 V e 380/220 V.

Para que o consumidor em tensão secundária possua seu fornecimento estabelecido, é necessário o preparo de um padrão de entrada de energia, formado por um conjunto de acessórios localizados entre a conexão com a rede de distribuição e o circuito de distribuição, localizado após o equipamento de proteção da UC, possui ainda condutores e equipamentos de medição (DIS-NOR-030). A Figura 13 demonstra um esquema do padrão de entrada para o fornecimento de energia elétrica em tensão secundária

Figura 13 - Padrão de entrada de energia em Coluna de Concreto Armado Engastada no Muro (Desenho Ilustrativo)

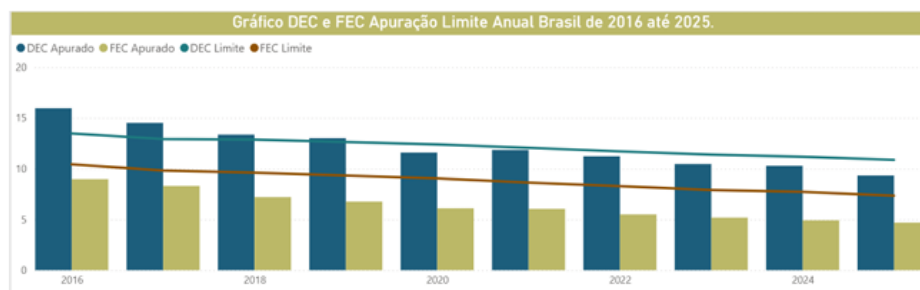


Fonte: DIS-NOR-030

Segundo a ANEEL, em 2025 as interrupções de fornecimento totalizaram cerca de 9h3 (abaixo do limite de 10h75 estabelecido pela ANEEL), este dado está relacionado ao indicador denominado “DEC” (Duração Equivalente de Interrupções por unidade consumidora), responsável por avaliar o tempo médio que durante o período de observação cada UC ficou sem eletricidade (ANEEL, 2026).

Outro indicador importante para a distribuição de energia elétrica no Brasil é o “FEC” (Frequência Equivalente de Interrupções por Unidade Consumidora), ele indica o número de interrupções ocorridas durante o período observado, de acordo com a Figura 14, podemos observar que o fornecimento de energia elétrica no Brasil, foi interrompido aproximadamente 4,66 vezes, valor abaixo do limite estabelecido pela ANEEL de 7,28 vezes (ANEEL, 2026).

Figura 14 – Duração total de interrupções (DEC) e Frequência das interrupções (FEC) por unidade consumidora (média Brasil)



Fonte: ANEEL, 2026.

A Neoenergia COSERN possui concessão para atuação no Rio Grande do Norte, desde 1997. Pertencente ao grupo Iberdrola, a empresa atende localmente a população de 3.479.010 habitantes, 1.584.315 unidades consumidoras (UC's), 167 municípios e uma área de aproximadamente 52.810 km²(ANEEL, 2025). Em 2022 a Neoenergia COSERN esteve em 2º lugar no ranking de continuidade do fornecimento de energia elétrica, disputado entre as concessionárias de grande porte (aquelas que atendem mais de 400 mil UC's), foi levado em consideração o indicador denominado DGC, que avalia a duração e a frequência das interrupções de fornecimento em relação ao limite estabelecido pela ANEEL (ANEEL, 2025).

4. TENDÊNCIAS E DESAFIOS DO SETOR ELÉTRICO

O setor elétrico brasileiro atravessa um período de profundas transformações impulsionadas pelo avanço tecnológico, pelas mudanças regulatórias, pelo crescimento da demanda por energia e pela necessidade de promover uma matriz energética cada vez mais sustentável. A consolidação da transição energética tem intensificado a inserção de fontes renováveis, especialmente a energia solar fotovoltaica e a eólica, ao mesmo tempo em que amplia a necessidade de modernização da infraestrutura elétrica e do aperfeiçoamento dos mecanismos de operação do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Nesse contexto, observa-se que o crescimento acelerado da geração distribuída, a expansão do mercado livre de energia, a digitalização dos sistemas elétricos e a incorporação de tecnologias de armazenamento energético modificam significativamente a forma como a energia é produzida, transportada, comercializada e consumida. Embora essas transformações promovam ganhos em eficiência, sustentabilidade e competitividade, também impõem desafios técnicos relacionados à estabilidade da rede, ao planejamento da expansão da transmissão, ao gerenciamento da intermitência das fontes renováveis e à garantia da segurança energética.

Outro aspecto de destaque refere-se ao aumento expressivo da demanda elétrica decorrente da eletrificação de diversos setores da economia e da expansão de infraestruturas de elevado consumo energético, como os centros de processamento de dados (data centers), impulsionados pelo crescimento da inteligência artificial e da computação em nuvem. Esse novo cenário exige investimentos contínuos em infraestrutura, inovação tecnológica e aperfeiçoamento regulatório para assegurar o equilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica.

Dessa forma, compreender as principais tendências e os desafios do setor elétrico brasileiro torna-se fundamental para subsidiar o planejamento energético nacional e orientar políticas públicas capazes de promover uma expansão sustentável, segura e economicamente eficiente. Nas subseções seguintes são discutidos os principais temas que atualmente influenciam a evolução do setor elétrico, incluindo a expansão da geração distribuída, a ampliação da infraestrutura de transmissão, o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia e a integração crescente das fontes renováveis à matriz elétrica brasileira.

Com o objetivo de sintetizar os principais resultados do levantamento bibliográfico realizado, a Tabela 2 apresenta os indicadores mais relevantes do setor elétrico brasileiro abordados neste estudo. Os dados foram compilados a partir de publicações de órgãos oficiais e instituições de referência do setor energético, permitindo uma visão integrada da evolução recente da matriz elétrica nacional, da expansão da geração distribuída, da infraestrutura de transmissão, do armazenamento de energia e dos desafios associados à transição energética. Essa síntese subsidia as discussões desenvolvidas nas subseções seguintes e evidencia as principais tendências que vêm moldando o setor elétrico brasileiro.

Tabela 2 – Síntese dos principais indicadores e tendências do setor elétrico brasileiro apresentados no estudo

Indicador	Situação atual (2025/2026)	Fonte	Contribuição para o setor elétrico
Consumo nacional de energia elétrica	Consumo superior a 70.000 MW médios em 2025.	CCEE (2025)	Demonstra o crescimento contínuo da demanda energética e reforça a necessidade de expansão da infraestrutura elétrica.
População brasileira	Aproximadamente 213,4 milhões de habitantes em 2025.	IBGE/Governo Federal (2025)	Mesmo com desaceleração do crescimento populacional, a demanda por energia continua aumentando devido ao avanço tecnológico.
Matriz elétrica brasileira	Cerca de 88% da geração elétrica proveniente de fontes renováveis .	MME (2026)	Evidencia a posição de destaque do Brasil na transição energética mundial.
Geração distribuída	Acréscimo de 5,29 GW de potência instalada e mais de 513 mil novos sistemas em 2025.	ANEEL (2025)	Confirma a rápida expansão da micro e minigeração distribuída, principalmente por sistemas fotovoltaicos.
Geração distribuída acumulada	Mais de 40 GW instalados, aproximadamente 3,6 milhões de sistemas e mais de 5,4 milhões de unidades consumidoras beneficiadas .	ANEEL (2025)	Demonstra a consolidação da geração distribuída como um dos principais vetores da expansão da matriz elétrica nacional.

Expansão da transmissão	Implantação de mais de 5.000 km de novas linhas de transmissão e acréscimo de 11.000 MVA em capacidade de transformação.	MME (2026)	Amplia a confiabilidade do Sistema Interligado Nacional (SIN) e possibilita maior integração das fontes renováveis.
Planejamento da transmissão	Previsão de aproximadamente R\$ 4,9 bilhões em investimentos para expansão da rede elétrica.	EPE (2025)	Fortalece o escoamento da geração renovável e aumenta a segurança do suprimento elétrico.
Armazenamento de energia	Autorização do primeiro Sistema de Armazenamento de Energia (SAE) colocalizado no Brasil.	ANEEL (2026)	Representa um marco regulatório para a inserção de baterias no sistema elétrico nacional.
Continuidade do fornecimento	Indicadores DEC e FEC permaneceram abaixo dos limites regulatórios estabelecidos pela ANEEL.	ANEEL (2026)	Indica elevado nível de confiabilidade e qualidade da distribuição de energia elétrica.
Principais desafios identificados	Expansão da transmissão, integração das fontes renováveis, armazenamento de energia, crescimento da geração distribuída e aumento da demanda energética.	Síntese deste estudo com base em ANEEL, EPE, MME, CCEE e ONS.	Evidencia a necessidade de investimentos contínuos em infraestrutura, inovação tecnológica e aperfeiçoamento regulatório para garantir a segurança energética nacional.

4.1 Expansão da geração distribuída

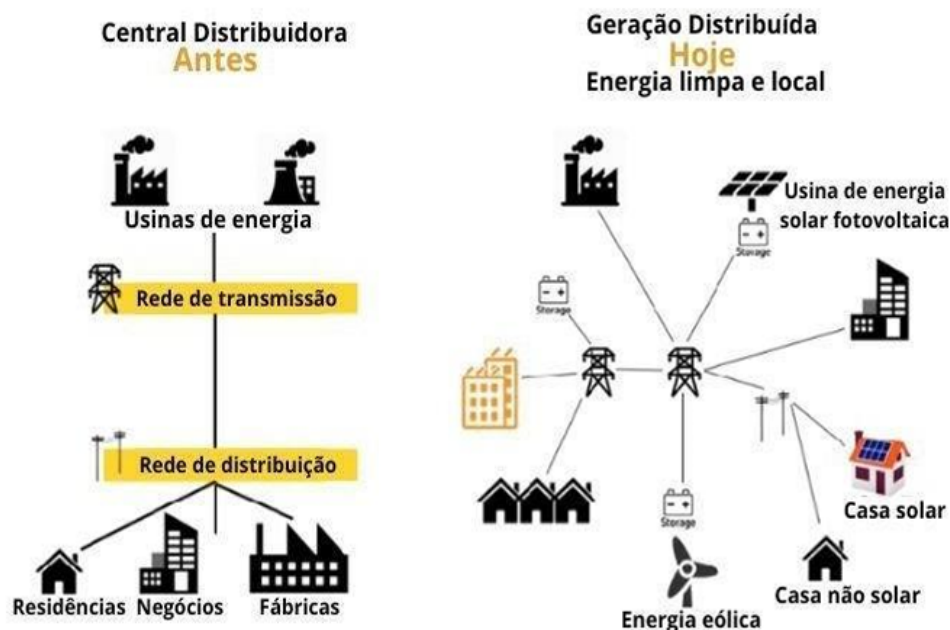
A geração distribuída (GD) tem apresentado crescimento acelerado no Brasil nos últimos anos, consolidando-se como um dos principais vetores de expansão da matriz elétrica nacional. Segundo dados da ANEEL, somente entre janeiro e julho de 2025 foram adicionados 5,29 GW de potência instalada em sistemas de micro e minigeração distribuída, por meio da instalação de mais de 513 mil novos sistemas em todo o país. Esse crescimento passou a beneficiar aproximadamente 928 mil unidades consumidoras, com destaque para os consumidores residenciais, que representam a maior parcela das instalações conectadas à rede elétrica brasileira (ANEEL, 2025).

O avanço da geração distribuída está diretamente relacionado à expansão dos sistemas fotovoltaicos, favorecida pela redução dos custos dos equipamentos, incentivos regulatórios e busca por maior autonomia energética por parte dos consumidores. Em maio de 2025, o Brasil ultrapassou a marca de 40 GW de potência instalada em sistemas de micro e minigeração distribuída, distribuídos em cerca de 3,6 milhões de sistemas, beneficiando mais de 5,4 milhões de consumidores por meio do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Além da redução dos custos com energia elétrica, a GD contribui para a diversificação da matriz energética, redução das perdas elétricas e maior inserção de fontes renováveis no setor elétrico nacional (ANEEL, 2025).

As projeções para os próximos anos indicam que a geração distribuída continuará em expansão, impulsionada principalmente pela energia solar fotovoltaica. De acordo com a ABGD – Associação Brasileira de Geração Distribuída, o setor deverá manter crescimento contínuo devido ao aumento da demanda por energia limpa, desenvolvimento tecnológico e maior interesse de consumidores residenciais, comerciais e industriais por soluções energéticas sustentáveis. Esse crescimento exige maior adaptação da infraestrutura elétrica brasileira, especialmente das redes de distribuição e transmissão, para garantir estabilidade, confiabilidade e integração eficiente das fontes renováveis ao Sistema Interligado Nacional

(SIN) (CANAL SOLAR, 2025).

Figura 1 – Mudança e diversidade na distribuição energética nos dias atuais



Fonte: Artigo científico - Térmica solar (2025)

4.2 Expansão- transmissão

A expansão do sistema de transmissão de energia elétrica tornou-se uma necessidade estratégica para o setor elétrico brasileiro, especialmente diante do crescimento acelerado das fontes renováveis de geração, como a solar e a eólica. O aumento da capacidade instalada dessas fontes, concentradas principalmente nas regiões Norte e Nordeste, exige a ampliação das linhas de transmissão e das subestações para garantir o escoamento eficiente da energia até os principais centros consumidores do país. Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), os investimentos realizados em geração e transmissão fortalecem a segurança energética nacional e contribuem diretamente para a integração do Sistema Interligado Nacional (SIN), promovendo maior estabilidade e confiabilidade ao fornecimento de energia elétrica.

Além da ampliação da infraestrutura elétrica, o planejamento da transmissão no Brasil vem sendo constantemente atualizado para atender às novas demandas do setor energético. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) publicou seis estudos voltados à expansão da transmissão em diferentes regiões do país, contemplando obras de reforço e ampliação da rede elétrica nacional. Os estudos buscam atender ao crescimento da demanda energética, ampliar a capacidade de escoamento da geração renovável e reduzir limitações operacionais do sistema elétrico brasileiro, garantindo maior eficiência na distribuição da energia produzida (EPE, 2025).

Dessa forma, a expansão da transmissão elétrica possui papel fundamental no processo de modernização do setor elétrico brasileiro, permitindo maior integração das fontes renováveis e contribuindo para a continuidade da transição energética nacional. Os investimentos em novas linhas de transmissão, subestações e tecnologias de controle tornam-se essenciais para assegurar o equilíbrio entre geração e consumo de energia elétrica, além de proporcionar maior flexibilidade operacional e segurança ao SIN diante do crescimento contínuo da matriz renovável brasileira.

A expansão da infraestrutura de transmissão no Brasil é fundamental para consolidar uma matriz energética diversificada e sustentável, garantindo a segurança do suprimento elétrico em todo o território nacional. No ano de 2025, o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) registrou um avanço significativo com a ampliação de mais de 5 mil quilômetros de novas linhas de transmissão e o acréscimo de 11 mil MVA em capacidade de transformação (MME, 2026). Um marco histórico desse período foi a energização do Linhão Manaus-Boa Vista, que concluiu a interligação de todos os estados brasileiros ao Sistema Interligado Nacional (SIN), permitindo a integração definitiva de Roraima e gerando uma economia anual estimada em mais de R\$ 500 milhões (MME, 2026).

Para dar continuidade a esse processo de modernização, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) publicou estudos estratégicos que preveem investimentos da ordem de R\$ 4,9 bilhões em expansão da rede (EPE, 2025). Esses estudos contemplam diversas regiões do país, como os Sertões de Pernambuco e da Paraíba, além das regiões metropolitanas de Curitiba e Salvador, visando aumentar a confiabilidade e a resiliência do atendimento elétrico (EPE, 2025). Do total previsto, R\$ 3,8 bilhões serão destinados à Rede Básica e Demais Instalações de Transmissão (DIT), reforçando o compromisso com a criação de novos pontos de suprimento e a otimização das redes existentes por meio de tecnologias inovadoras (EPE, 2025).

A necessidade de expansão da transmissão é diretamente proporcional ao crescimento da geração centralizada. Somente em 2025, entraram em operação 137 usinas em 17 estados, adicionando 7.467 MW ao SIN, dos quais 76% oriundos de fontes renováveis – solar (2.816 MW), eólica (1.889 MW), biomassa (740 MW) e hídrica (256 MW) (MME, 2026). O Nordeste, protagonista da transição energética brasileira, respondeu por 42,9% de toda a expansão nacional, concentrando parques solares e eólicos que exigem novas linhas de transmissão para levar essa energia aos grandes centros de carga do Sul e Sudeste. Nesse contexto, estudos de planejamento indicativo, como os publicados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), são fundamentais para identificar os melhores corredores de escoamento e evitar restrições operacionais que possam levar ao desperdício de geração renovável – fenômeno conhecido como *curtailment*.

4.3 Panorama nacional – Armazenamento de energia elétrica

A expansão acelerada dos data centers no Brasil, impulsionada pela demanda por inteligência artificial e computação em nuvem, tem colocado o setor elétrico diante de novos desafios estruturais e ambientais. Essas infraestruturas operam de forma ininterrupta e demandam uma quantidade massiva de eletricidade, comparável ao consumo de pequenas cidades, o que exige um fornecimento de energia constante e resiliente. Para garantir essa continuidade operacional e evitar o superaquecimento dos servidores, os data centers utilizam sistemas sofisticados de resfriamento e fontes redundantes de energia, incluindo subestações próprias e sistemas de armazenamento de emergência (USP, 2026).

Nesse cenário, o armazenamento energético assume um papel estratégico para viabilizar a transição energética e garantir a estabilidade do Sistema Interligado Nacional (SIN). Um marco importante nesse processo ocorreu em abril de 2026, quando a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) autorizou a inserção do primeiro Sistema de Armazenamento de Energia (SAE) colocalizado, vinculado à Usina Fotovoltaica Sol de Brotas 7, na Bahia (ANEEL, 2026). Essa modalidade permite que o sistema de armazenamento compartilhe a infraestrutura de conexão da usina, injetando energia na rede nos momentos de maior necessidade e contribuindo para a integração de fontes renováveis intermitentes, como a solar e a eólica.

Além da segurança operacional, o uso de baterias de grande escala contribui para as metas de descarbonização, permitindo o deslocamento da oferta de energia limpa para horários de maior

demanda. O Brasil continua sendo um destino atrativo para esses investimentos, com projeções que podem chegar a US\$ 92 bilhões até 2031 no setor de infraestrutura digital (USP, 2026). Contudo, o Diretor-Geral da ANEEL, Sandoval Feitosa, destaca que o desenvolvimento de um arcabouço regulatório sólido é fundamental para dar segurança aos investidores e permitir que o sistema elétrico continue entregando alta performance frente ao crescimento vigoroso das fontes renováveis (ANEEL, 2026; USP, 2026)

4.4 Panorama nacional – integração das energias renováveis

A integração das fontes renováveis ao sistema elétrico brasileiro tornou-se um dos principais desafios e objetivos do setor energético nacional. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), o Brasil gera aproximadamente 88% de sua energia elétrica a partir de fontes renováveis, destacando-se principalmente as usinas hidrelétricas, eólicas, solares e de biomassa. Esse cenário evidencia a posição de destaque do país na utilização de energias limpas e reforça a importância de investimentos contínuos em infraestrutura e tecnologias capazes de garantir a integração eficiente dessas fontes ao Sistema Interligado Nacional (SIN) (MME, 2026).

Entretanto, a elevada participação das fontes renováveis variáveis, como a solar e a eólica, exige maior flexibilidade operacional do sistema elétrico, devido à intermitência característica dessas formas de geração. Segundo estudo publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a integração dessas fontes requer adaptações técnicas e operacionais capazes de assegurar estabilidade, confiabilidade e segurança energética ao país. Entre as principais medidas necessárias destacam-se a expansão da transmissão elétrica, modernização dos sistemas de controle, desenvolvimento do armazenamento energético e aprimoramento do planejamento da operação do SIN (EPE, 2025).

Além dos benefícios ambientais associados à redução das emissões de gases de efeito estufa, a ampliação da participação das energias renováveis contribui para a diversificação da matriz elétrica brasileira e redução da dependência de fontes fósseis. Dessa forma, a integração eficiente dessas fontes representa um passo fundamental para a consolidação da transição energética nacional, permitindo ao Brasil manter uma matriz elétrica predominantemente renovável, sustentável e alinhada às metas globais de descarbonização do setor energético.

5. Conclusão

O presente estudo permitiu analisar a estrutura e a evolução recente do setor elétrico brasileiro, evidenciando sua relevância estratégica para o desenvolvimento econômico, social e tecnológico do país. A partir do levantamento bibliográfico e documental realizado, foi possível compreender a organização dos segmentos de geração, transmissão, distribuição, medição e comercialização de energia elétrica, bem como identificar as principais tendências associadas à modernização do sistema elétrico nacional.

Os resultados demonstram que a matriz elétrica brasileira permanece entre as mais renováveis do mundo, apresentando crescente participação das fontes eólica e solar, ao mesmo tempo em que reduz gradualmente a dependência da geração hidrelétrica. Essa diversificação fortalece a segurança energética e contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, consolidando o Brasil como protagonista na transição energética.

No segmento de transmissão, verificou-se a necessidade de expansão contínua da infraestrutura para garantir o escoamento da geração proveniente das novas fontes renováveis e

assegurar a confiabilidade do Sistema Interligado Nacional (SIN). Da mesma forma, observou-se que o setor de distribuição apresenta elevado grau de maturidade operacional, refletido pelos indicadores de continuidade do fornecimento, como DEC e FEC, que permanecem dentro dos limites regulatórios estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Além dos avanços observados, o estudo evidencia que o setor elétrico brasileiro enfrenta desafios relevantes relacionados à ampliação da geração distribuída, ao desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia, à digitalização das redes elétricas, ao crescimento da demanda impulsionado por novas tecnologias e à necessidade de contínuo aperfeiçoamento regulatório. Esses aspectos serão determinantes para garantir maior flexibilidade operacional, segurança energética e sustentabilidade ao sistema elétrico brasileiro nas próximas décadas.

Conclui-se, portanto, que o fortalecimento do planejamento energético, aliado aos investimentos em infraestrutura, inovação tecnológica e políticas públicas voltadas à expansão das fontes renováveis, será essencial para assegurar a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica e atender às demandas impostas pela transição energética. Espera-se que este trabalho contribua para ampliar a compreensão sobre a evolução do setor elétrico brasileiro e sirva como referência para futuras pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável da matriz elétrica nacional.

E por fim, os processos de medição e leitura são totalmente atrelados, sua sinergia garante a fluidez do processo como um todo, e ao final de cada mês, possibilita aos consumidores o acesso a fatura de energia, que discrimina o consumo e tarifação, garantindo confiabilidade e clareza do serviço prestado

6. REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. **Boletim Anual 2025**. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2025/05/424_ABEEOLICA_BOLETIM-ANUAL_2025_PT_Final-Aprovado.pdf>. Acesso em: 12 de maio de 2026.

ABSOLAR. **Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo**. 2026. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>>. Acesso em: 14 de maio de 2026.

ANEEL – **Crescimento da micro e minigeração distribuída supera os 5 GW em 2025**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2025/crescimento-da-micro-e-minigeracao-distribuida-supera-os-5-gw-em-2025>. Acesso em: 22 maio 2026

ANEEL. **ANEEL divulga os resultados do desempenho das distribuidoras na continuidade do fornecimento de energia elétrica em 2025**. 2026. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2026/aneel-divulga-os-resultados-do-desempenho-das-distribuidoras-na-continuidade-do-fornecimento-de-energia-eletrica-em-2025>> . Acesso em 14 de maio de 2026.

ANEEL. **Energia no Brasil e no mundo**. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. 2002. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap1.pdf> . Acesso em: 16 de maio de 2026.

ANEEL. **Distribuição**. 2026. Disponível em:
<https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/distribuicao/relatorios-distribuicao> Acesso em: 17 de maio de 2026.

ANEEL. **Mapa das Distribuidoras**. 2026. Disponível em:
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibNDI4ODJiODctYTUyYS00OTgxLWE4MzktMDczYTlmMDU0ODYxIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiR9&pageName=ReportSection>. Acesso em: 16 de maio de 2026.

ANEEL. **Missão, visão e valores**. 2022. Disponível em:
<https://www.gov.br/aneel/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/missao-visao-valores>. Acesso em: 16 de maio de 2026.

ANEEL. **Quantidade de empreendimentos de geração de energia em operação**. 2026. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/empreendimentos-em-operacao>>. Acesso em: 17 de maio de 2026

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 875, DE 10 DE MARÇO DE 2020**. 2026. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2020875.pdf>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 956, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021**. Disponível em: < <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021956.html>>. Acesso em: Acesso em: 17 de maio de 2026.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021**. 2026. Disponível em: < <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.031, DE 26 DE JULHO DE 2022**. 2026. Disponível em: < <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20221031.pdf>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de armazenamento de energia: Aneel autoriza primeira unidade armazenadora vinculada a usina**. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2026/sistema-de-armazenamento-de-energia-aneel-autoriza-primeira-unidade-armazenadora-vinculada-a-usina>. Acesso em: 22 maio 2026

BRAMETAL. **INFRAESTRUTURA DE TRANSMISSÕES ELÉTRICAS**. 2021. Disponível em:
<<https://www.brametal.com.br/wp-content/uploads/2021/12/brametal-transmissao-28p.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2026.

CANAL SOLAR. **Geração distribuída deve manter crescimento nos próximos anos, aponta ABGD**. 2025. Disponível em:
<https://canalsolar.com.br/geracao-distribuida-projecao-de-crescimento-abgd/>. Acesso em: 22 maio 2026.

CCEE. **Estudo ccee mostra crescimento de 3,9% no consumo de energia elétrica no brasil em 2024**. 2025. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/-/estudo-da-ccee-mostra-crescimento-de-3-9-no-consumo-de-energia-e-letrica-no-brasil-em-2024>>. Acesso em: 15 de maio de 2026.

CCEE. **Consumo de energia no mercado livre cresceu 7,3% em 2025, aponta novo estudoccee**. 2025. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/-/consumo-de-energia-no-mercado-livre-cresceu-7-3-em-2025-aponta-novo-estudoccee>>. Acesso em: 15 de maio de 2026.

DACHERY, JOIRIS MANOELA. **DIFERENÇA ENTRE LINHA DE DISTRIBUIÇÃO E TRANSMISSÃO**. 2021. Disponível em: <https://energes.com.br/diferenca-entre-linha-de-distribuicao-e-transmissao/>>. Acesso em: 14 de maio de 2026.

DACHERY, JOIRIS MANOELA. **O QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE SUBESTAÇÕES EM MÉDIA TENSÃO**. 2021. Disponível em: <https://energes.com.br/o-que-voce-precisa-saber-sobre-subestacoes-em-media-tensao/>>. Acesso em: 14 de maio de 2026.

ELETRONUCLEAR. **Relatório Anual 2025**. Disponível em: https://www.eletronuclear.gov.br/Quem-Somos/Governanca/Documents/Relatorios-Anuais/Eletruclear_RA_2025_Port_Final.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2026

EPE. **Balanço Energético Nacional**. 2025. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-885/topico-771/Relat%C3%B3rio%20Final_BEN%202025.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **EPE publica seis estudos de expansão da transmissão para diversas regiões do país**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-seis-estudos-de-expansao-da-transmissao-para-diversas-regioes-do-pais>. Acesso em: 22 maio 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Estudo de integração de fontes renováveis variáveis na matriz elétrica do Brasil**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/estudo-de-integracao-de-fontes-renovaveis-variaveis-na-matriz-eletrica-do-brasil>. Acesso em: 22 maio 2026.

EPE. **Hidrelétricas**. 2026. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/expansao-da-geracao/fontes#:~:text=O%20potencial%20hidrel%C3%A9trico%20brasileiro%20%C3%A9,de%2060%25%20j%C3%A1%20foram%20aproveitados>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

EPE. **Matriz Energética e Elétrica**. 2026. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

EPE. **Transmissão de Energia Elétrica**. 2026. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-70/Cap4_Texto.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

FUCHS, R. D. **Transmissão de energia elétrica: Linhas Aéreas**. v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 1977

GOV. **População do Brasil alcança marca de 213,4 milhões de habitantes, divulga IBGE** 2025. Disponível em:

<<https://www.gov.br/secom/pt-br/acompanhe-a-secom/noticias/2025/08/populacao-do-brasil-alcanca-marca-de-213-4-milhoes-de-habitantes-divulga-ibge>>. Acesso em 15 de maio de 2026

GOV. **Reforma do setor elétrico e abertura do mercado de energia elétrica**. Disponível em:

<<https://www.gov.br/mme/pt-br/a-revolucao-brasileira-em-energia-e-mineracao/energia-eletrica/reforma-do-setor-eletrico-e-abertura-do-mercado-de-energia>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Brasil gera 88% da sua energia elétrica a partir de fontes renováveis**. Disponível em:

<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-gera-88-da-sua-energia-eletrica-a-partir-de-fontes-renovaveis>. Acesso em: 22 maio 2026

IEMA. **Instituto de Energia e Meio Ambiente - 5º INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS EM USINAS TERMELÉTRICAS**. 2025. Disponível em:

<https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2025/12/IEMA_inventariotermeletricas2024-2025.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

KAGAN, N; DE OLIVEIRA, C. C. B.; ROBBA, E. J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. São Paulo: Blucher, 2005.

LEME, A. A. **Globalização e Reformas Liberalizantes: contradições na reestruturação do setor elétrico brasileiro nos anos 90**. Revista Sociologia e Política, Curitiba: Paraná, 2005.

MANIÇOBA, Ernesto Guevara Leal. **Introdução ao Sistema de Distribuição de Energia Elétrica**. IFRN (CNAT). Natal – RN. 2022

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Geração e transmissão de energia fortalecem o setor elétrico brasileiro**. Disponível em:

<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/geracao-e-transmissao-de-energia-fortalecem-o-setor-eletrico-brasileiro>. Acesso em: 22 maio 2026.

MUNHOZ, D. G. **Déficit Público: políticas econômicas e ajustes estruturais**. São Paulo, Paz e Terra, 1987.

NEOENERGIA COSERN. **Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais**. 2026. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/documents/d/rn/dis-nor-030-rev-07-pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2026.

ONS. **MAPA INDICATIVO DA CAPACIDADE REMANESCENTE DO SIN**. 2023. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas>>. Acesso em: 15 de maio de 2026

ONS. **O SISTEMA EM NÚMEROS**. 2023. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>>. Acesso em: 15 de maio de 2026

ONS. **O que é o SIN**. 2023. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>>. Acesso em: 16 de maio de 2026.

ONU. **Você sabe como os gases de efeito estufa aquecem o planeta?**. 2022. Disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/voce-sabe-como-os-gases-de-ef-eito-estufa-aquecem-o-planeta>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

PINTO, M. O. **Energia Elétrica: geração, transmissão e sistemas interligados**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

ROCHA, Alexandro Vladno. **Setor Elétrico Brasileiro**. IFRN (CNAT). Natal – RN. 2022

SCHOR, Juliana Melcop. **Abertura do Mercado Livre de Energia Elétrica: Vantagens e Possibilidades do Retail Wheeling no Brasil**. Rio de Janeiro: Synergia, 2018.

TOSTES, M. E. L. **Distribuição de Energia Elétrica**. Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação. Notas de aula do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará, 2007.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Expansão dos data centers no Brasil pode pôr em risco a transição energética**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/campus-ribeirao-preto/expansao-dos-data-centers-no-brasil-pode-por-em-risco-a-transicao-energetica/>. Acesso em: 22 maio 2026.

VALOR ECONÔMICO. **Brasil tem 99,8% dos domicílios atendidos por energia elétrica, mostra IBGE**. 2026. Disponível em: <<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2026/04/17/brasil-tem-998percent-dos-domicilios-atendidos-por-energia-eletrica-mostra-ibge.ghtml>>. Acesso em: 17 de maio de 2026.

TERMICA SOLAR, JOSEPH. **Geração distribuída de energia solar 2025**. Disponível em <<https://termicasolar.com.br/geracao-distribuida-de-energia-solar>>