PDE 2036

Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2036

Caderno de Meio Ambiente, Sociedade e Energia

Novembro 2026

epe 20+

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



FICHA TÉCNICA

PDE 2036 | Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2036
Caderno de Meio Ambiente, Sociedade e Energia

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Ministro de Estado
Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário Executivo
Gustavo Cerqueira Ataíde

Secretário Nacional de Energia Elétrica
João Daniel de Andrade Cascalho

Secretário Nacional de Geologia, Mineração e Transformação Mineral Substituto
Anderson Barreto Arruda

Secretário Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Renato Cabral Dias Dutra

Secretária Nacional de Transição Energética e Planejamento
Mariana de Assis Espécie

www.mme.gov.br

epe 20+

Presidente
Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
Reinaldo da Cruz Garcia

Diretor de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis Interino
Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Gestão Corporativa
Carlos Eduardo Cabral Carvalho

www.epe.gov.br

Composição dos cargos em 5 de novembro de 2026

Rio de Janeiro, 2026

Foto da capa: Ana Dantas Mendez de Mattos



FICHA TÉCNICA

PDE 2036 | Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2036
Caderno de Meio Ambiente, Sociedade e Energia

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE

Coordenação Executiva
Thiago Ivanoski Teixeira

Coordenação Técnica
Elisângela Medeiros de Almeida
Glauce Maria Lieggio Botelho
Hermani de Moraes Vieira

Autores

Superintendência de Meio Ambiente
Ana Dantas Mendez de Mattos
Bruno Scola Lopes da Cunha
Carolina Maria Heliodora de Góes Araújo Feijó Braga
Cristiane Moutinho Coelho
Guilherme de Paula Salgado
Hermani de Moraes Vieira
Luciana Renata Carvalho Pedreira
Marcos Ribeiro Conde
Mariana Lucas Barroso
Verônica Souza da Mota Gomes
Vinicius Mesquita Rosenthal



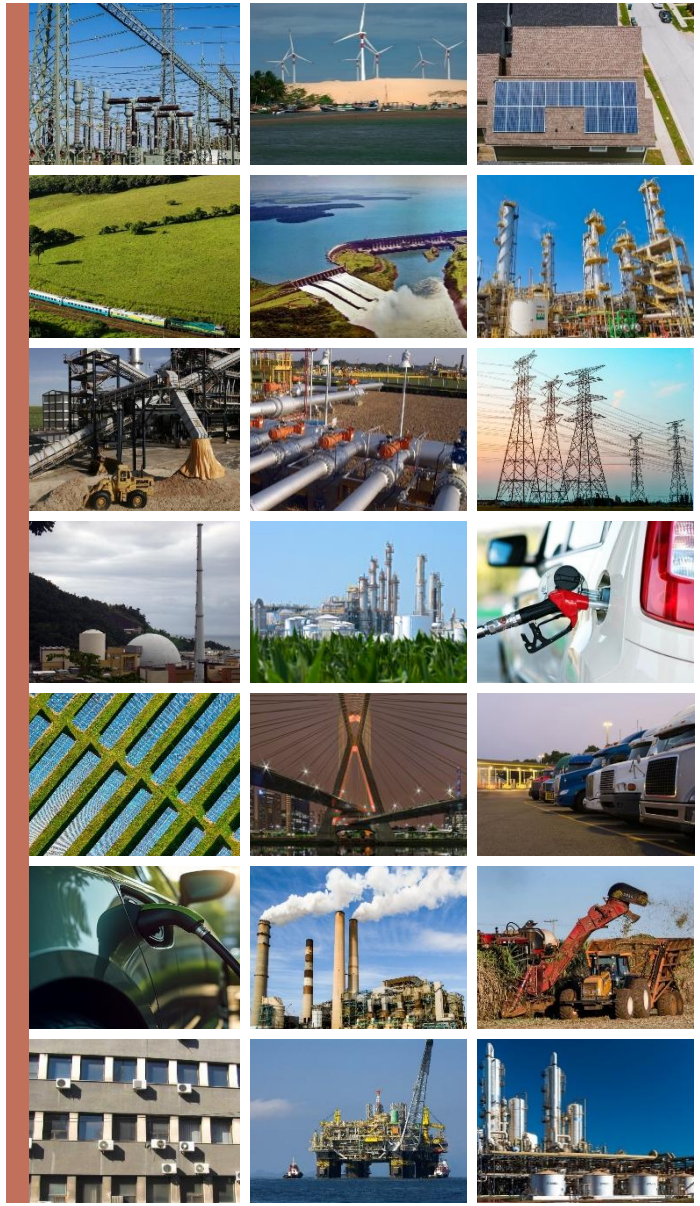
PDE 2036

Caderno de Meio Ambiente, Sociedade e Energia

Valor Público

Os estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) orientam a formulação de políticas públicas, ajudam a guiar as decisões de diversas partes interessadas, como governos, empresas e a sociedade civil, e contribuem para a segurança energética do País.

Este caderno fornece informações relevantes sobre os principais aspectos socioambientais da expansão energética no horizonte decenal, trazendo transparência ao processo de planejamento energético e reduzindo a assimetria de informação por meio da apresentação de dados e análises técnicas que auxiliam os debates acerca do tema.



AVISOS

Esta publicação contém projeções acerca de eventos futuros que refletem a visão da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no âmbito do Plano Decenal de Expansão de Energia 2036 (PDE 2036). Tais projeções envolvem uma ampla gama de riscos e incertezas conhecidos e desconhecidos e, portanto, os dados, as análises e quaisquer informações contidas neste documento não são garantia de realizações e acontecimentos futuros.

Este documento possui caráter informativo, sendo destinado a subsidiar o planejamento do setor energético nacional.

A EPE se exime de responsabilidade por quaisquer ações e tomadas de decisão que possam ser realizadas por qualquer pessoa física ou jurídica com base nas informações contidas neste documento.

Controle de versões

Versão	Data	Descrição
v1	10/11/2026	Publicação inicial.

SUMÁRIO

- Panorama socioambiental da expansão
  - A análise socioambiental do PDE 2036
  - Subsídios socioambientais para definição da expansão
  - Expansão energética e temas socioambientais
- Uma visão mais abrangente da expansão
  - Emissões de gases de efeito estufa
  - Resiliência do sistema energético
  - Transição energética justa e inclusiva
- Desafios e oportunidades socioambientais estratégicos

PDE 2036

Panorama socioambiental da expansão

epe 20+ MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA GOVERNO DO BRASIL DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Como é feita a análise socioambiental do PDE 2036?

- A análise socioambiental do PDE é **orientada pelo conceito de sustentabilidade e busca discutir o contexto e os principais aspectos socioambientais** relacionados à expansão energética decenal.
- No horizonte decenal, parte da expansão energética é contratada (projetos) e parte tem caráter indicativo (não dispõe de localização definida). Nesse contexto, a análise socioambiental no âmbito do PDE não tem a pretensão de esgotar todos os impactos possíveis da expansão ou se aprofundar em seus desdobramentos.
- A própria natureza e escala do planejamento condicionam o nível de detalhamento adotado. Além disso, a avaliação e o monitoramento dos impactos socioambientais dos projetos são realizados no âmbito dos processos de licenciamento ambiental.
- Com base nessas premissas, a análise socioambiental do PDE 2036 compreende:
  - **Subsídios socioambientais para a expansão energética** - consideração da variável socioambiental para definição de projetos que compõem a expansão.
  - **Mapeamento da expansão e temas socioambientais** – análise integrada dos aspectos socioambientais da expansão da oferta de energia, tendo como base a análise socioambiental de cada fonte energética.
  - **Emissões de gases de efeito estufa (GEE)** - projeção e discussão das emissões associadas à produção e ao uso de energia no horizonte decenal, contemplando medidas de mitigação.
  - **Resiliência do sistema energético** – avaliação das questões relacionadas à adaptação do setor energético à mudança do clima.
  - **Transição energética justa e inclusiva** – discussão dos aspectos sociais associados ao processo de transição energética.
  - **Desafios e oportunidades socioambientais estratégicos** – identificação de questões socioambientais importantes que podem representar riscos ou oportunidades à expansão decenal.



Premissas da análise socioambiental do PDE 2036



Objetivos da análise socioambiental do PDE 2036

Subsídios socioambientais contribuem para a definição da expansão

A etapa de formulação de subsídios socioambientais envolve duas análises:

- **Análise processual das usinas hidrelétricas (UHEs)**: busca estimar o ano possível para entrada em operação das UHEs a fim de identificar quais poderão compor a expansão da oferta de energia no horizonte até 2036.

Grupo analisado	Resultado	Expansão PDE 2036
17 UHEs > 50 MW com registro ativo para elaboração de estudos de viabilidade na Aneel.	**2 UHEs** com possibilidade de entrada em operação no horizonte decenal.	Após as simulações energéticas, as **2 UHEs** foram selecionadas para compor a expansão do PDE.

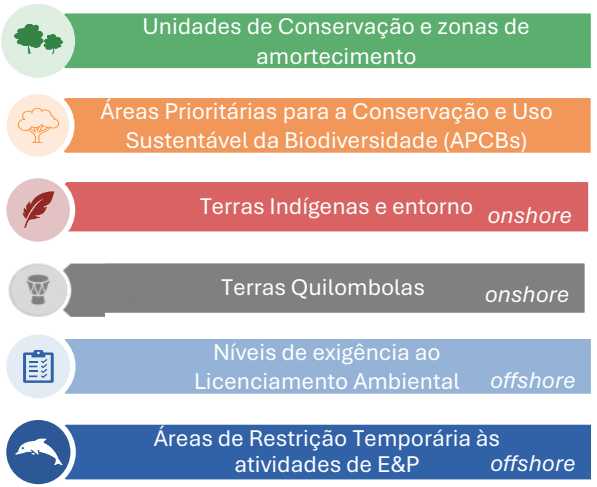
- **Análise da complexidade socioambiental das unidades produtivas (UPs) de petróleo e gás natural**: de modo a ajustar as previsões de produção conforme as características socioambientais da área em que a unidade está inserida. Para este ciclo, foram consideradas as análises realizadas para o PDE 2035.

Grupo analisado	Resultado	Expansão PDE 2036
802 UPs contratadas (270 *offshore* e 532 *onshore*) - áreas com potencial para petróleo e gás natural, sob contrato, incluindo campos em fase de desenvolvimento, descobertas em avaliação e blocos exploratórios. Os campos em fase de produção não fazem parte da análise.	**95 UPs** classificadas como de alta complexidade socioambiental. Porém, **não foi necessário atribuir tempo adicional às previsões de início de produção**, uma vez que os cronogramas de logística e infraestrutura já contemplavam períodos superiores aos prazos máximos estimados para o licenciamento ambiental.	As análises de previsão de produção do PDE 2036 indicaram que **149 UPs** contratadas iniciarão a produção no decênio.

Aspectos considerados na análise processual de UHES



Critérios para análise de complexidade socioambiental de UPs contratadas

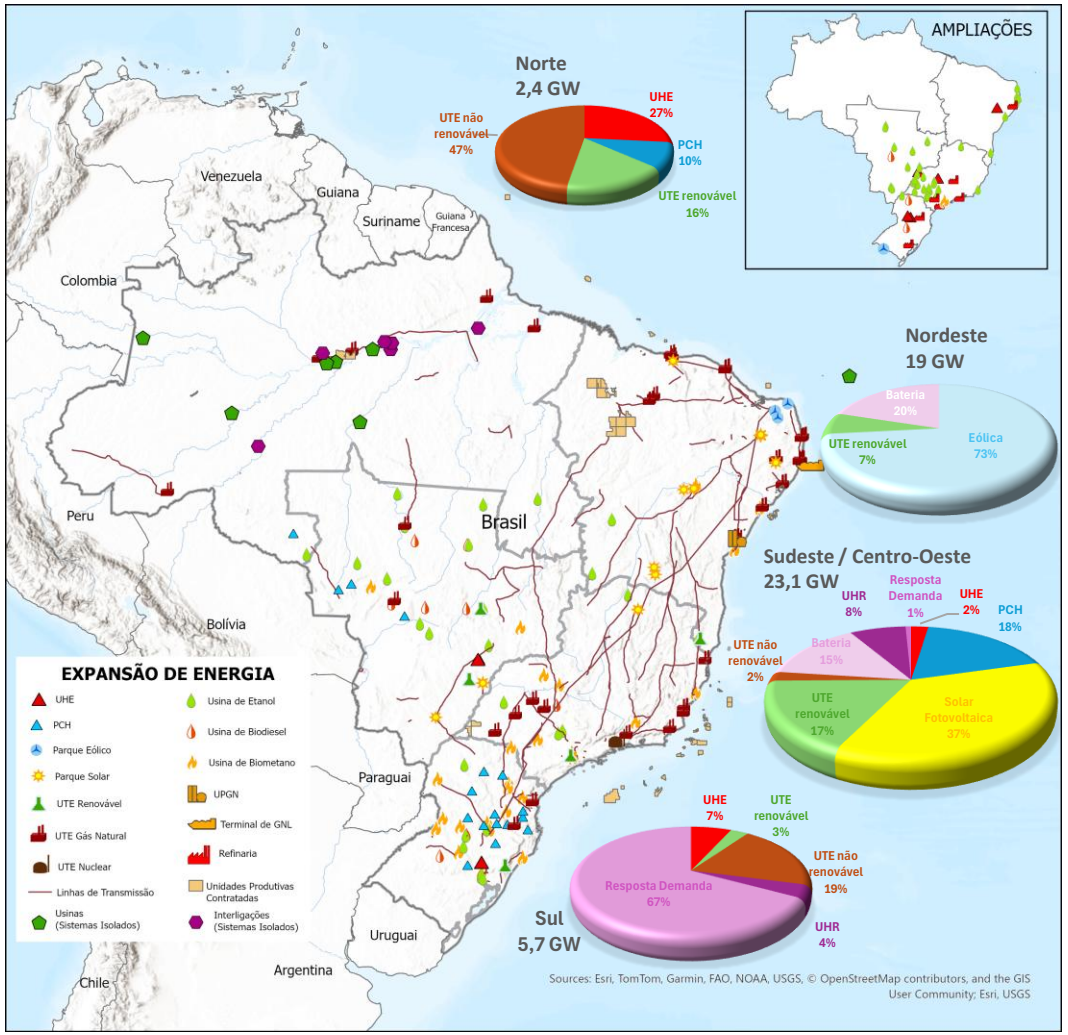


A expansão energética do PDE 2036 é mapeada permitindo a identificação de efeitos cumulativos nas regiões de maior ocorrência de empreendimentos

- Com base na expansão do PDE 2036, o mapeamento da expansão[(1)] permite visualizar áreas sujeitas a sobrecargas em recursos naturais ou à pressão sobre ambientes sensíveis, servindo de apoio para identificação dos temas socioambientais.
- **Nordeste:** concentra a expansão das fontes eólica, fotovoltaica e de termelétricas a gás, além das linhas de transmissão para escoamento dessa expansão. Também se destacam atividades de petróleo e gás *onshore* e *offshore* e a indicação de armazenamento por baterias.
- **Sudeste**: estão previstas quase todas as tipologias de empreendimentos da expansão, além de a região já reunir grande parte da infraestrutura energética nacional. Ressaltam-se a infraestrutura de petróleo e gás natural, as termelétricas a gás natural, as ampliações das usinas de etanol, além das fotovoltaicas e linhas de transmissão.
- **Sul:** destaque para a bioenergia, com novas usinas de biometano e de etanol. Sobressaem-se também as pequenas centrais hidrelétricas, as linhas de transmissão planejadas e a indicação de recursos de resposta da demanda.
- **Norte**: destaque para as usinas híbridas e interligações dos sistemas isolados, as termelétricas a gás natural, as linhas de transmissão para reforços de regiões e a indicação de hidrelétricas.
- **Centro-Oeste**: evidencia-se a bioenergia, com novas usinas de biodiesel e de etanol, além de ampliações de usinas existentes. Observam-se também pequenas centrais hidrelétricas.

Nota Técnica Análise Socioambiental das fontes energéticas do PDE 2036

Mais informações sobre a análise socioambiental do PDE 2036 podem ser encontradas na Nota Técnica Análise Socioambiental das Fontes Energéticas do PDE 2036, disponível em EPE (2026a).



Nota: (1) Mapeamento realizado para a expansão contratada (sistema elétrico) e prevista (petróleo, gás e biocombustíveis). A expansão indicativa não possui localização definida, inclui modernização ou *retrofit* de infraestrutura existente, e está representada por gráficos.

Sete temas socioambientais sintetizam as principais interferências socioambientais da expansão, a partir das sensibilidades de cada região do País

Temas socioambientais do PDE 2036

Tema socioambiental	Justificativa
 Biodiversidade	Compreende a perda de indivíduos e habitats naturais e impactos em ecossistemas e em suas funções. Retrata também complexidades observadas no processo de licenciamento ambiental.
 Recursos hídricos	Representa possíveis conflitos pelo uso dos recursos hídricos.
 Organização territorial	Retrata potenciais conflitos de uso e ocupação do solo. Também abarca interferências nos modos de vida de comunidades locais e decorrentes de reassentamentos, atração populacional e pressão sobre infraestrutura local, equipamentos e serviços.
 Paisagem	Refere-se ao impacto visual em paisagens naturais e urbanas.
 Povos e terras indígenas	Vinculado à diversidade étnica, à questão territorial e à necessidade de gestão dos conflitos pelos recursos. Somam-se os desafios dos processos de licenciamento ambiental e de consulta prévia, livre e informada.
 Qualidade do ar	Relacionado à emissão de poluentes atmosféricos na geração de energia elétrica.
 Resíduos	Reflete a importância da gestão dos resíduos dos processos para geração de energia elétrica e produção de combustíveis.

Por meio de uma matriz síntese é possível visualizar as interferências de diferentes fontes energéticas sobre uma mesma região do país

Matriz síntese da análise socioambiental do PDE 2036

Regiões → Fontes ↓	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
UHEs					
PCHs e CGHs		-			
UTEs fósseis (gás natural)					
UTE nuclear	-	-	-		-
UTEs renováveis					
Eólica	-		-	-	
Solar fotovoltaica	-				-
Transmissão					
E&P de petróleo e gás natural			-		-
Refinarias, UPGNs e terminais de GNL	-		-		
Etanol					
Biodiesel	-	-			
Biometano	-				

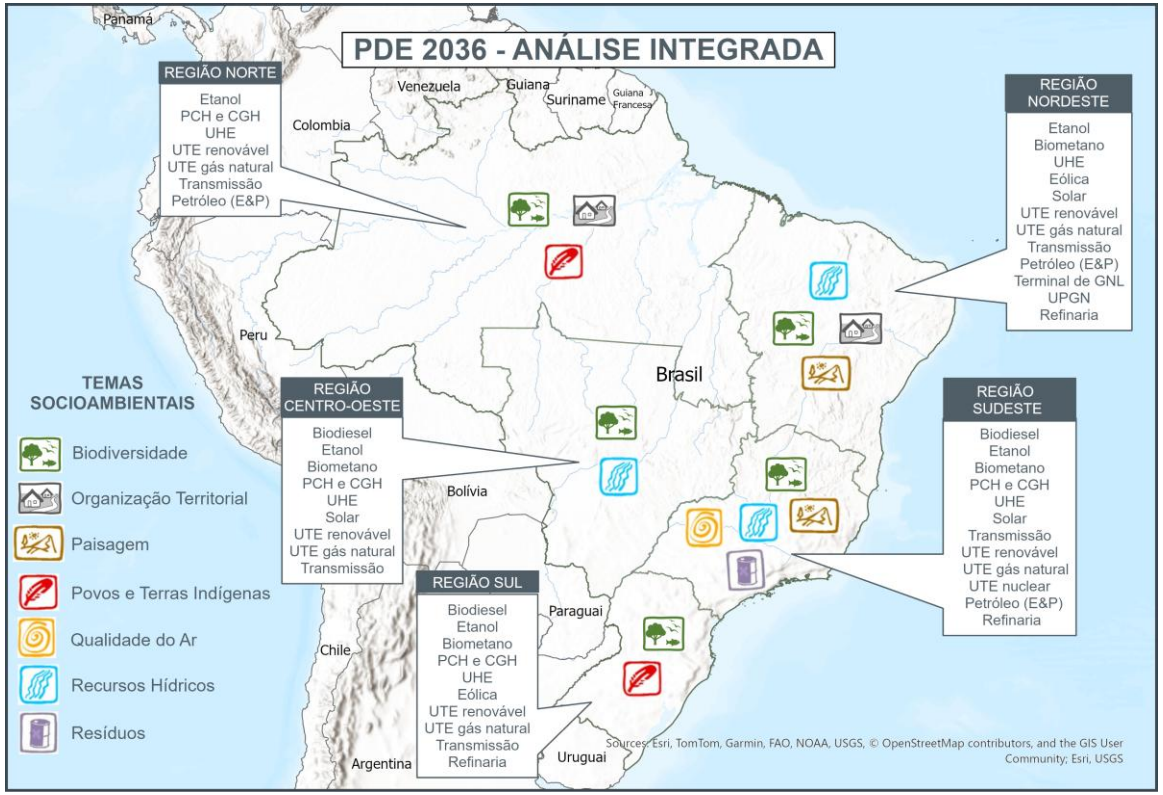
Legenda:

- Biodiversidade
- Organização territorial
- Paisagem
- Povos e terras indígenas
- Qualidade do ar
- Recursos hídricos
- Resíduos
- Interferências inexpressivas
- \- Não há previsão de expansão

A análise socioambiental integrada é resumida em um mapa síntese, indicando as fontes previstas na expansão e os temas socioambientais por região

- A expansão energética apresenta complexidades socioambientais diferenciadas em cada região, devendo ser observados com atenção os temas socioambientais indicados, quando da elaboração de estudos e projetos. Destaque deve ser dado para os efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes da concentração de empreendimentos existentes e planejados.
- **Nordeste:** a expansão das fontes eólica e solar, associada às linhas de transmissão, destaca os temas **biodiversidade, paisagem, organização territorial e recursos hídricos**. As atividades de petróleo e gás também demandam atenção pelos potenciais impactos sobre ecossistemas, comunidades locais e dinâmicas territoriais.
- **Sudeste**: a elevada concentração de empreendimentos existentes e planejados intensifica a complexidade socioambiental. Os temas prioritários são **recursos hídricos, qualidade do ar, biodiversidade, paisagem e gestão de resíduos**, refletindo a diversidade da expansão e a pressão sobre recursos naturais.
- **Sul**: destacam-se as interferências sobre a **biodiversidade**, especialmente em remanescentes da Mata Atlântica e ecossistemas aquáticos, em função da expansão hidrelétrica e de transmissão. O tema **povos e terras indígenas** também requer atenção devido à sua relevância para os processos de licenciamento ambiental.
- **Norte**: os principais vetores de expansão são os empreendimentos hidrelétricos e de petróleo e gás. Sobressaem os temas **biodiversidade**, **organização territorial e povos e terras indígenas**, em razão da elevada sensibilidade socioambiental da região.
- **Centro-Oeste**: a expansão de PCHs e UHEs destaca a importância dos temas **biodiversidade e recursos hídricos**, especialmente diante dos potenciais efeitos cumulativos sobre ecossistemas aquáticos e dos desafios relacionados à disponibilidade hídrica.

Mapa síntese da análise socioambiental integrada do PDE 2036



Nota: Vale ressaltar que recursos de resposta da demanda e sistemas de armazenamento (baterias e usinas reversíveis) não foram considerados na análise socioambiental integrada.

PDE 2036

Além dos temas socioambientais buscou-se incorporar uma visão mais abrangente da expansão contemplando temas como mudança do clima e transição energética justa

Mudança do Clima no PDE 2036



Foco nas causas

Intervenção humana para reduzir emissões ou aumentar remoções de gases de efeito estufa (GEE) no setor de energia para limitar o aquecimento global.

Quantificação e avaliação das emissões de GEE

Projeção das emissões de GEE associadas à produção e ao uso de energia, conforme Informativo Técnico sobre Metodologias e Fatores de Emissão de GEE 11/2022 (EPE, 2022), baseado nas diretrizes do IPCC (2006) e no Relatório de Referência do setor de energia (MCTI, 2020).

Avaliação do perfil das emissões, das tendências e identificação de desafios e oportunidades do setor, considerando políticas e instrumentos como a Política Nacional de Transição Energética (Brasil, 2024) e Plano Clima Mitigação (MMA, 2025c).

Foco nas consequências

Antecipação, absorção e adaptação aos efeitos das mudanças do clima para reduzir vulnerabilidades e fortalecer a resiliência do sistema energético frente a eventos climáticos adversos.

Identificação dos principais riscos climáticos para a infraestrutura energética

Avaliação dos riscos climáticos mais relevantes para o setor a partir da interação entre ameaças, exposição e vulnerabilidade, considerando o sistema energético existente e planejado.

A análise tem como base o Roadmap para Fortalecimento da Resiliência do Setor Elétrico Brasileiro (EPE, 2026b) e foi complementada por informações de IPCC (2023), Plano Clima Adaptação (MMA, 2025b) e IEA (2022).

O Brasil reúne condições favoráveis para avançar na mitigação de emissões no setor de energia

Disponibilidade de recursos energéticos

- Potencial renovável é **5x** superior ao seu consumo anual atual.
- Embora os recursos fósseis apresentem estoques acumulados de energia, as fontes renováveis se caracterizam pela disponibilidade de fluxos contínuos de energia de forma indefinida ao longo do tempo.

Matriz energética de baixo carbono

- **50%** de participação de fontes renováveis na matriz energética em 2025.
- Expansão líquida da capacidade instalada renovável no setor elétrico cresceu 213% nos últimos 10 anos.
- **86,8%** de participação de fontes renováveis na matriz elétrica em 2025.

Bioenergia

- **34%** da oferta interna de energia no Brasil em 2025.
- Diversificação e expansão tecnológica, avanço de rotas produtivas que ampliam o aproveitamento de resíduos e coprodutos, e compromisso com o uso sustentável da terra.

Eletrificação das atividades produtivas

- Avanço da eletrificação, predominantemente de baixo carbono, no consumo final de energia.
- Ganhos de qualidade, eficiência, segurança e independência energética.

Fonte: Elaboração EPE, a partir de EPE (2026c) e EPE (2026d).

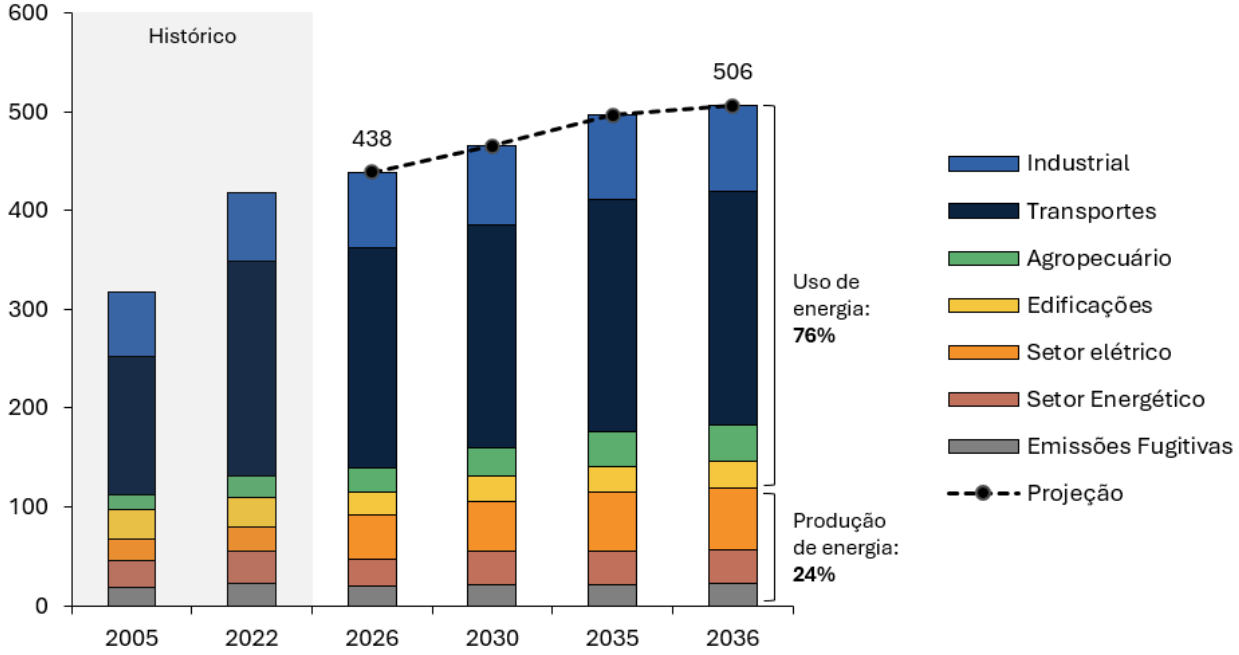
Principais instrumentos de Política Pública que fortalecem a descarbonização

Políticas	Planos	Programas	Demais instrumentos
PNTE. Política Nacional de Transição Energética	**Plante.** Plano Nacional de Transição Energética	**Programa Combustível do Futuro**	**Fonte.** Fórum Nacional de Transição Energética
Política Nacional de Eficiência Energética	**PDE.** Plano Decenal de Expansão de Energia	**PNH2.** Programa Nacional do Hidrogênio	**MEPS.** Índices Mínimos de Eficiência Energética
RenovaBio. Política Nacional de Biocombustíveis	**PNE.** Plano Nacional de Energia	**MOVER.** Programa Mobilidade Verde e Inovação	**SBCE.** Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões
PNMCE. Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos	**Plano Clima.** Plano Nacional sobre Mudança do Clima	**Procel.** Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica	**TSB.** Taxonomia Sustentável Brasileira
	NIB. Nova Indústria Brasil	**Programa Energia da Amazônia**	
	PTE. Plano de Transformação Ecológica		

As emissões decorrentes do crescimento da oferta de energia são atenuadas pela expansão da renovabilidade

Histórico e evolução das emissões de GEE no setor de energia ($MtCO_2eq$)

Fonte: Elaboração EPE, com dados históricos de MCTI (2024).



Notas: Setor energético: conjunto de atividades relacionadas à produção, transformação e transporte de fontes de energia, incluindo petróleo e gás (E&P, refino e transporte por gasodutos), biocombustíveis, carvão vegetal e carvão mineral, cujos processos envolvem o consumo e/ou a queima de combustíveis.

- As projeções de emissões do setor de energia se ancoram em um crescimento médio do PIB brasileiro na ordem de 2,5% a.a. até 2036 (EPE, 2026f).
- A quantidade total de energia disponível para o País movimentar sua economia (oferta interna de energia) cresce 2,2% a.a. nos próximos 10 anos.
- 60% da expansão energética é baseada em fontes não emissoras e os demais 40% ainda em combustíveis fósseis.
- Desse modo, as emissões do setor de energia crescem 15% no decênio e alcançam 506 $MtCO_2eq$ em 2036.
- As emissões associadas à produção de energia apresentam aumento de 30%, enquanto as emissões do uso de energia crescem 11%.
- As emissões concentram-se no uso da energia, sobretudo nos setores de transportes e indústria, ainda dependentes de combustíveis fósseis e que representam cerca de 64% das emissões do setor em 2036.
- Os resultados encontram-se disponíveis em: Emissões de GEE - PDE 2036.

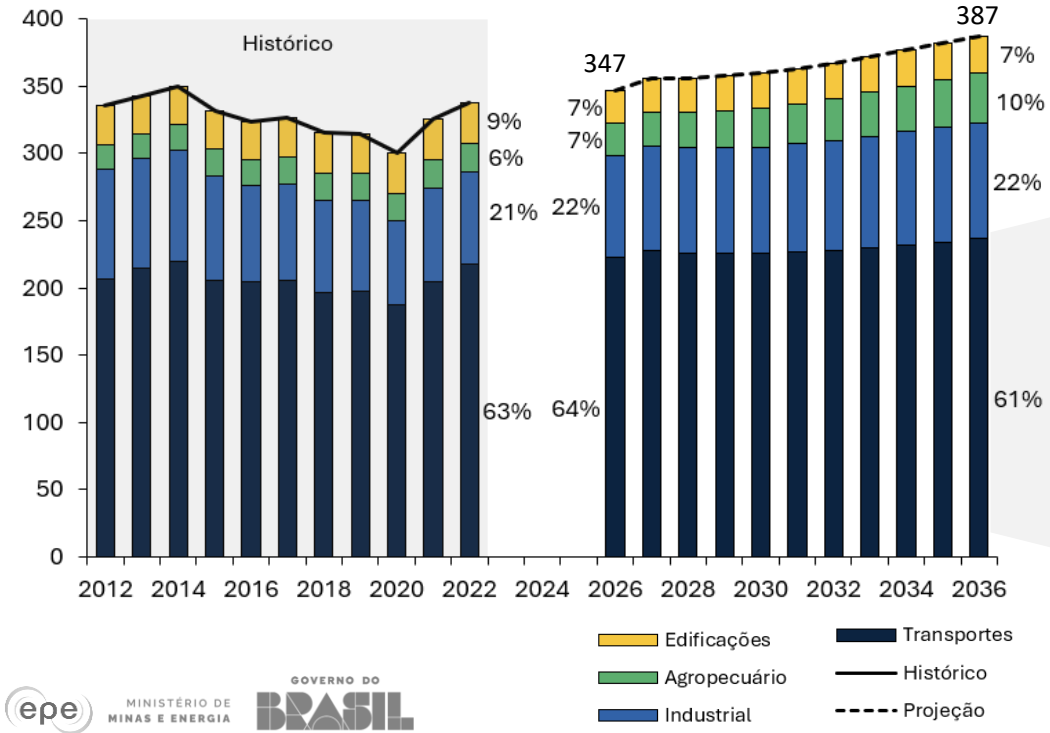
Os maiores desafios de mitigação de emissões não estão, necessariamente, no setor elétrico ou energético, mas na descarbonização dos usos finais de energia, sobretudo no setor de transportes.

Apesar de se manter como principal emissor no uso de energia, o setor de transportes tem apresentado avanços relevantes na descarbonização

- Mantendo parcialmente o perfil histórico, as emissões de uso de energia se concentram nos transportes, seguido pela indústria, agropecuária e edificações.
- O setor industrial expande o uso de gás natural em substituição a outros combustíveis mais emissores. As emissões associadas ao setor agropecuário crescem 54%, a maior variação no decênio entre os setores. No setor de edificações, o aumento do uso de GLP é o principal fator para o crescimento das emissões, as quais são amortecidas por ganhos de eficiência.

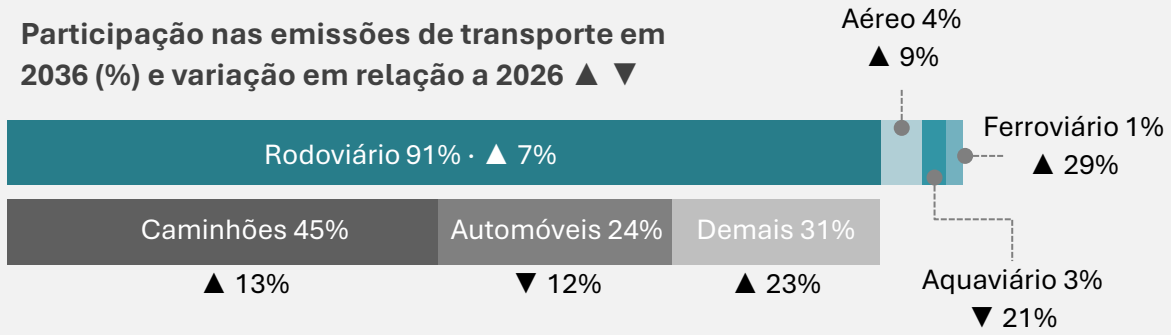
Histórico e estimativa das emissões de GEE no uso de energia ($MtCO_2eq$)

Fonte: Elaboração EPE, com dados históricos de MCTI (2024).



- Transporte continua sendo o maior emissor, mas suas emissões crescem em ritmo menor, 6% no decênio, principalmente graças à substituição por renováveis e à eletrificação.
- O modo rodoviário responde por mais de 90% das emissões no transporte. Destaca-se que:
  - Caminhões (carga) respondem por quase metade do total das emissões do setor de transportes, alcançando 107 $MtCO_2eq$ em 2036.
  - Emissões de automóveis (passageiros) atingem pico em 2027 e depois recuam, alcançando queda de 12% no decênio, por meio de mais etanol, aumento nas misturas e expansão da eletromobilidade.
- O aumento das emissões do modo aéreo é amortecido pelo gradual maior uso de combustível sustentável de aviação (SAF, na sigla em inglês) no decênio.
- A queda das emissões do modo aquaviário ocorre em função do aumento do uso de biocombustíveis.

Participação nas emissões de transporte em 2036 (%) e variação em relação a 2026 ▲ ▼

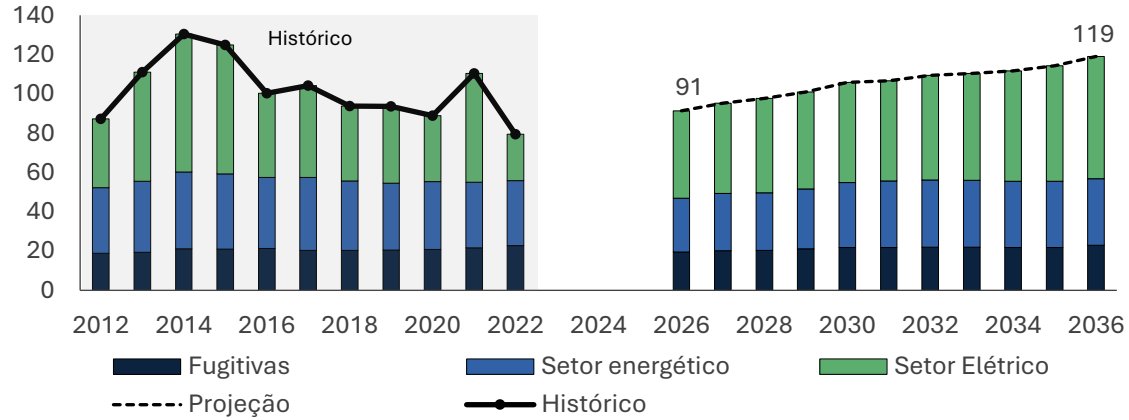


Nota: A estimativa das emissões de GEE no uso de energia adota como premissa a manutenção do percentual de mistura obrigatória dos biocombustíveis no óleo diesel e na gasolina, não antecipando os resultados dos testes em andamento para biodiesel e etanol anidro.

Emissões da produção de energia se mantém com baixa participação em relação ao total de emissões do setor

Histórico e estimativa das emissões de GEE na produção de energia ($MtCO_2eq$)

Fonte: Elaboração EPE, com dados históricos de MCTI (2024).



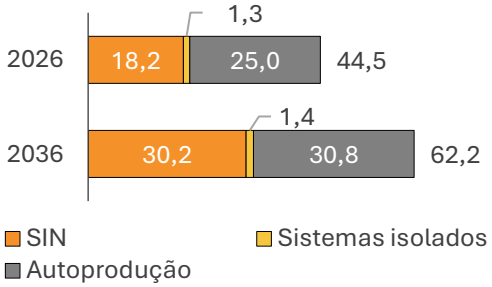
Notas: Setor energético: conjunto de atividades relacionadas à produção, transformação e transporte de fontes de energia, incluindo petróleo e gás (E&P, refino e transporte por gasodutos), biocombustíveis, carvão vegetal e carvão mineral, cujos processos envolvem o consumo e/ou a queima de combustíveis.

- As emissões da produção de energia são crescentes mesmo com ganhos de eficiência e medidas de mitigação já incorporadas.
- O crescimento da economia e o maior acesso às diferentes formas de energia são vetores de crescimento do consumo, num contexto em que ainda há certa dependência de combustíveis fósseis. Isso implica na necessidade de aumento da produção de energia primária e secundária e, por consequência, das emissões de GEE.
- O setor elétrico deve responder, em média, por cerca de metade das emissões da produção de energia. Como observado no histórico, as emissões do setor elétrico podem variar significativamente de um ano para o outro a depender das condições hidrológicas. Quando há menor geração hidrelétrica e os volumes dos reservatórios baixam, exige-se o acionamento de termelétricas, resultando em saltos de emissões.
- E&P e refino respondem por 93% das emissões do setor energético (vide nota da figura). Além disso, são responsáveis por 85% das emissões fugitivas. Estima-se que as emissões do setor de petróleo e gás, incluindo consumo e fugitivas, responderão por cerca de 10% do total das emissões do setor de energia em 2036.

Emissões do setor elétrico

- As emissões do SIN podem crescer 66%, atingindo cerca de 30 $MtCO_2eq$ em 2036, o que equivale a 26% do total das emissões da produção de energia. Esse crescimento se dará sobretudo pelo aumento da geração termelétrica a gás para atender os requisitos de potência do sistema. Devido à alta renovabilidade, o SIN responderá por somente 6% das 506 $MtCO_2eq$ estimadas para o total do setor de energia (produção + uso).
- No Brasil, cerca de 50% da autoprodução utiliza fontes renováveis, como, por exemplo, o licor negro (ou lixívia) empregada na indústria de papel e celulose. A outra metade é gerada em termelétricas movidas a combustíveis fósseis, principalmente gás natural, mas também óleo diesel, óleo combustível, gás de refinaria e gás de coqueria.
- A substituição de termelétricas a óleo por gás e renováveis, somada à expansão de linhas de transmissão, reduziu significativamente as emissões dos sistemas isolados na última década, passando de mais de 7 $MtCO_2eq$ em 2014 para 2,3 em 2022 (EPE, 2024) e cerca de 1,3 em 2026. No horizonte decenal, projeta-se uma leve oscilação para 1,4 $MtCO_2eq$ decorrente do avanço da demanda nas localidades que continuarão isoladas.

Estimativa das emissões de GEE no setor elétrico ($MtCO_2eq$)



A adaptação à mudança do clima é estratégica frente a riscos climáticos crescentes

Os riscos climáticos físicos resultam de interações dinâmicas entre ameaças climáticas com a exposição e a vulnerabilidade.



Componentes do Risco Climático

Fonte: Elaboração EPE (com base em EPE, 2026b e IPCC, 2023).

Os riscos climáticos sobre o sistema energético foram organizados em quatro dimensões de impacto:

Redução da disponibilidade de recursos energéticos
Variações nos padrões de precipitação, radiação solar e ventos impactam a oferta de recursos energéticos.

Redução da eficiência energética
Alterações climáticas implicam na redução da eficiência de equipamentos de geração e transmissão de energia elétrica.

Aumento da demanda por eletricidade
Variações na temperatura tendem a aumentar a demanda de energia elétrica, sobretudo para conforto térmico.

Danos às infraestruturas de energia
Eventos climáticos extremos representam riscos a infraestruturas de energia, redes de distribuição e de recarga de veículos elétricos, a logística de abastecimento e o fornecimento de energia.

Fonte: EPE (2023) e EPE (2026b).

A integração da gestão de riscos climáticos ao planejamento energético é essencial para reduzir vulnerabilidades e fortalecer a resiliência do sistema energético frente às mudanças do clima.

Síntese dos principais riscos climáticos para o setor de energia nas dimensões de recurso, eficiência, demanda e infraestrutura

Ameaças climáticas	Geração hidrelétrica	Geração termelétrica	Geração eólica	Geração solar	Transmissão elétrica	Demanda por eletricidade	Exploração e produção de petróleo e gás	Produção de biocombustíveis
Aumento da temperatura e onda de calor	↓	↓	↓	↓ ⚠	↓ ⚠	⚡	↓	↓
Redução da chuva média		-	-	-	-		-	
Aumento de secas	↓	↓ ⚠	-	↓	⚠	-	⚠	↓
Aumento de chuvas extremas	↓ ⚠	⚠	⚠	⚠	⚠	-	↓ ⚠	⚠
Aumento de ventos severos	-	-	↓ ⚠	⚠	⚠	-	↓ ⚠	⚠
Aumento de incêndios	-	-	-	⚠	⚠	-	-	
Aumento de descargas atmosféricas	-	-	⚠	⚠	⚠	-	-	-
Elevação da temperatura e do nível do mar	-	↓ ⚠	-	-	⚠	-	↓ ⚠	-

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2026b), MMA (2025a) e IEA (2022).

Redução da disponibilidade de recursos energéticos

Redução da eficiência energética

Aumento da demanda por eletricidade

Danos a infraestruturas de energia

Como esses riscos afetam a oferta e a infraestrutura elétrica?

Redução da geração hidrelétrica

Redução da disponibilidade do recurso hídrico devido a secas prolongadas e redução de chuvas anuais.

Redução da eficiência de equipamentos por conta de altas temperaturas. Chuvas extremas também podem afetar a operação de reservatórios.

Danos a infraestruturas e à segurança de barragens por chuvas extremas.

Impactos na geração termelétrica

Temperaturas elevadas, tanto da superfície terrestre quanto marítima, reduzem a eficiência de equipamentos e do resfriamento.

Restrições no fornecimento de combustíveis para termelétricas por conta de secas e interrupções de rotas de abastecimento, principalmente em sistemas isolados. As infraestruturas em áreas costeiras ou sujeitas à inundação podem ser afetadas pelo aumento do nível do mar e por chuvas extremas.

Interrupções na geração eólica

Redução da eficiência de equipamentos por conta de altas temperaturas e ventos severos.

Danos a infraestruturas na ocorrência de chuvas, ventos e descargas atmosféricas.

Redução da geração solar

Em função do aumento de particulados decorrentes de clima favorável a incêndios e do aumento da nebulosidade associado a chuvas extremas.

Redução da eficiência de equipamentos por conta de altas temperaturas e secas.

Danos a infraestruturas, sobretudo aquelas em áreas descampadas, devido a eventos extremos de calor, chuvas, ventos e descargas atmosféricas.

Impactos na infraestrutura de transmissão de energia

Redução da eficiência de equipamentos e sobrecarga da rede em decorrência do aumento expressivo do consumo em períodos de temperaturas elevadas.

Em casos de altas temperaturas, chuvas extremas, ventos severos, descargas atmosféricas, incêndios e ressacas. Subestações em áreas suscetíveis a inundações são mais vulneráveis a alagamentos e consequente interrupção no fornecimento de energia.

Aumento na demanda por eletricidade

Acima do previsto, quando ocorrem altas temperaturas e ondas de calor, afetando diretamente o comportamento dos consumidores, especialmente em relação ao uso de equipamentos de climatização.

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2023), EPE (2026b), MMA (2025a) e IEA (2022).

Como esses riscos afetam a oferta e a infraestrutura de produção de combustíveis?

Impactos na exploração e produção de petróleo e gás natural

Incluem a redução da eficiência de equipamentos e processos em decorrência de altas temperaturas, chuvas intensas e ventos severos.

As infraestruturas costeiras e offshore são particularmente vulneráveis a esses eventos que ainda são agravados pela elevação da temperatura e do nível do mar. Assim, pode haver dificuldade de acesso e danos às instalações de produção e interrupções operacionais. Secas prolongadas podem afetar a logística por modal hidroviário.

Impactos na produção de biocombustíveis

Secas prolongadas, ondas de calor, chuvas intensas, ventos e incêndios podem afetar a produtividade dos cultivos, além de favorecer a ocorrência de pragas e doenças. Alterações nos padrões de temperatura e precipitação também podem reduzir a aptidão agrícola de determinadas regiões, deslocando ou até inviabilizando áreas de cultivo.

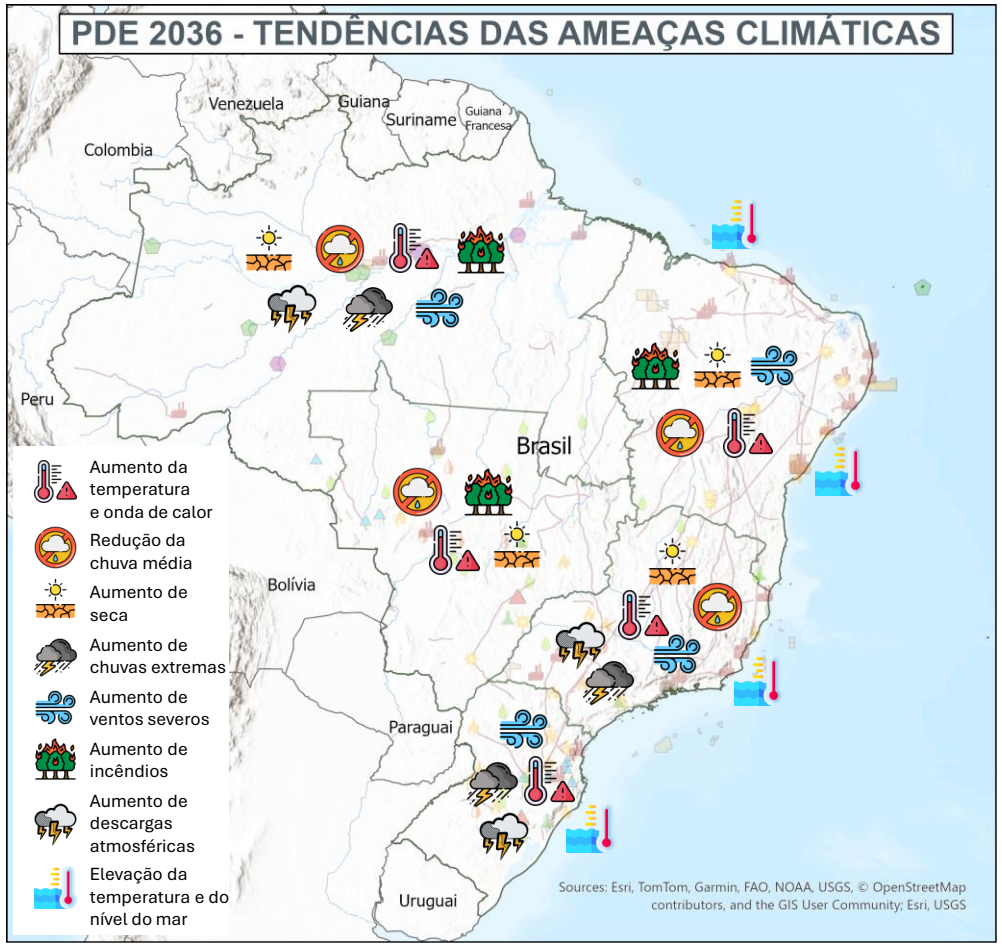
Mudanças nos regimes de chuva e temperatura podem alterar os ciclos produtivos das culturas e aumentar a demanda por irrigação e outros insumos, reduzindo a eficiência dos processos.

Eventos extremos, como chuvas, inundações, incêndios e ventos fortes, podem causar danos aos plantios, como tombamento de plantas, e às infraestruturas, comprometendo o escoamento da produção e a operação das cadeias de suprimento de biocombustíveis.

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2023), EPE (2026b), MMA (2025a) e IEA (2022).

As tendências das ameaças climáticas indicam riscos à infraestrutura existente e planejada em todas as regiões brasileiras

Tendências das principais ameaças climáticas para o Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2026b), MMA (2025b) e IPCC (2021).

- **Nordeste:** A região apresenta elevada exposição ao aumento das secas e à redução das chuvas, com potenciais impactos para a geração **hidrelétrica** e outros usos da água. O aumento das temperaturas e das condições propícias a incêndios também pode afetar a geração **fotovoltaica** e causar danos à rede de **transmissão**. As infraestruturas costeiras e offshore estão expostas a ventos severos e elevação do nível e da temperatura do mar.
- **Sudeste:** Entre os principais riscos climáticos destacam-se a redução na disponibilidade hídrica para **hidrelétricas** e alterações nas condições agrícolas que podem afetar a produção de **biocombustíveis**. Chuvas intensas, descargas atmosféricas, ventos severos e elevação do nível e da temperatura do mar podem comprometer ativos energéticos, sobretudo a rede de **transmissão** e infraestruturas de **petróleo e gás natural**. A intensificação das ondas de calor também tende a elevar a **demanda por eletricidade** na região que já é o principal centro de carga do país.
- **Sul:** Riscos para a geração **hidrelétrica** decorrentes de chuvas intensas que podem afetar a operação de reservatórios e causar danos a estruturas. Eventos extremos de chuvas, descargas atmosféricas e ventos também podem causar danos a linhas de **transmissão e subestações** de energia, sobretudo aquelas localizadas em áreas costeiras ou sujeitas a alagamentos. As chuvas também tendem a interferir na produção de **biocombustíveis** e na logística (estocagem, movimentação e distribuição) de **combustíveis**.
- **Norte:** Região com vulnerabilidades específicas por conta da presença de sistemas isolados e dificuldades de acesso. Secas prolongadas podem reduzir a navegabilidade de rios e comprometer o **abastecimento de combustíveis** e a operação de **termelétricas.** Chuvas intensas também podem afetar a logística regional de **combustíveis** (estocagem, movimentação e distribuição). Ainda se destacam potenciais danos às infraestruturas de **transmissão** em função de eventos climáticos extremos. Nesse sentido, a expansão já prevê reforços na rede de transmissão da região.
- **Centro-Oeste:** Os principais riscos climáticos incluem secas prolongadas, aumento das temperaturas e de incêndios, com potenciais impactos para a geração **hidrelétrica**, a produção de **biocombustíveis** e a infraestrutura de **transmissão.**

A expansão prevista no PDE 2036 busca fortalecer a resiliência do sistema a partir de soluções que reduzem os riscos climáticos

Reduzindo vulnerabilidades, ampliando a capacidade de resposta e aumentando a segurança do suprimento

Diversificação e ampliação da oferta de energia

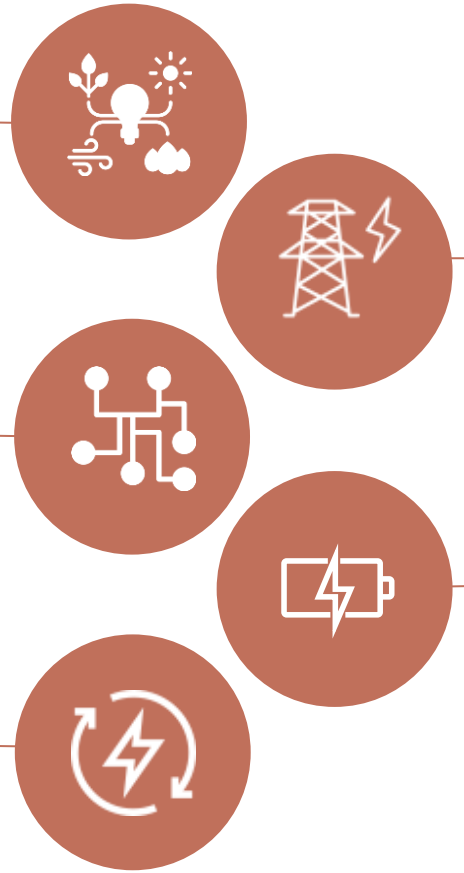
Favorece a complementaridade, considerando as potencialidades e disponibilidades sazonais e regionais dos recursos energéticos, além de reduzir a dependência de um único recurso.

Diversificação logística

Buscar alternativas de rotas de suprimento favorece a logística de abastecimento de combustíveis, já que pode evitar a exposição a eventos extremos, especialmente nos sistemas isolados.

Eficiência energética

Ganhos em eficiência energética podem compensar a perda da eficiência de equipamentos associada a eventos climáticos.



Sistema de transmissão robusto e interconectado

A ampla malha de transmissão conecta diferentes regiões do país, permitindo transferir energia entre áreas com condições climáticas distintas e aumentando a segurança do suprimento diante de eventos extremos. Para além da expansão da rede, a própria robustez das instalações também depende de critérios de projeto adequados aos riscos climáticos, cuja avaliação deve considerar os benefícios para a resiliência e os custos associados.

Flexibilidade e armazenamento

A flexibilidade operativa e os sistemas de armazenamento contribuem para a segurança do suprimento de energia e potência pois permitem que o sistema responda a oscilações repentinas da demanda, bem como a danos infraestruturas.

A EPE vem incorporando os riscos climáticos ao planejamento por meio de estudos alinhados com os planos nacionais que relacionam energia e adaptação ao clima

Principais planos que relacionam energia e adaptação ao clima



Estudos da EPE	Objetivos e contribuições
Roadmap para o Fortalecimento da Resiliência do Setor Elétrico em Resposta às Mudanças Climáticas	Ação de curto prazo do PRR. Foram publicados a Nota Técnica de Revisão Bibliográfica; seis Factsheets temáticos: hidreletricidade, transmissão, geração eólica, geração solar, demanda de energia elétrica e termeletricidade; e o Relatório Final . Podcasts sobre os estudos estão disponíveis no canal da EPE.
Estudos de planejamento da transmissão para contribuir com a resiliência do SIN	Estudos para avaliar soluções que contribuam para o fortalecimento do SIN. Dentre eles, destacam-se: Estudo de Reforços para Resiliência no Sistema de Transmissão Acre e Rondônia em resposta às mudanças climáticas, no qual recomendou-se a operação dos bipolos do Madeira em modo reverso; Metodologia EPE/ONS para Avaliação de Circuitos Simples e Circuitos Duplos; e Estudo de atendimento à região sul do Rio Grande do Sul, com soluções para aumento da resiliência da infraestrutura local diante de eventos climáticos extremos.
Estudo de impactos das mudanças climáticas no planejamento do setor elétrico brasileiro	Modelo de operação para realizar simulações considerando aspectos do SIN para diferentes cenários econômicos e com ênfase em regiões onde as vulnerabilidades de fontes de energia elétrica são acentuadas.
Base de dados de indicadores de mitigação e adaptação à mudança do clima	Estruturação e modelagem de base de dados de indicadores e estatísticas socioambientais de riscos climáticos, mitigação e adaptação à mudança do clima no setor de energia.
Avaliação da relação quantitativa entre temperatura e carga	Estudos sobre a relação entre o consumo de energia elétrica e as mudanças de temperatura decorrentes da mudança do clima.

O que é necessário para uma Transição Energética Justa e Inclusiva?

- **A transição energética justa e inclusiva**, de acordo com a Política Nacional de Transição Energética (PNTE):
  - deve estar comprometida com a **promoção da equidade** e da **participação social,**
  - **minimizando impactos negativos** para as comunidades, trabalhadores, empresas e segmentos sociais vulneráveis às transformações no sistema energético,
  - **maximizando as oportunidades** de desenvolvimento socioeconômico, de aumento de competitividade do setor produtivo e de **combate às desigualdades e à pobreza**.



Foto: EPE.

- Como princípios, a transformação tecnológica do sistema energético requer:

distribuição justa dos ônus e benefícios do setor

reconhecimento das especificidades sociais e territoriais

promoção da participação social nos processos de tomada de decisão

- Esses pilares são fundamentais para viabilizar a descarbonização do sistema energético com segurança energética, modicidade tarifária, equidade na qualidade do fornecimento de energia e respeito às diversidades e necessidades regionais, reduzindo o risco de resistência social à expansão do setor.

A transição energética justa e inclusiva exige articulação entre políticas setoriais, instrumentos de financiamento, estratégias de qualificação e mecanismos de participação, assegurando que os ganhos da transição sejam amplamente compartilhados e sustentem um modelo energético de baixa emissão, seguro, resiliente e socialmente justo.

Uma transição energética justa e inclusiva deve contribuir para o desenvolvimento sustentável com foco na redução das desigualdades socioeconômicas

Vertentes da justiça energética	Caminhos para uma transição energética justa e inclusiva	Principais políticas, programas e iniciativas nacionais para transição energética justa e inclusiva
distributiva (dos custos e benefícios)	▪ Garantir a geração e distribuição justa de benefícios (**emprego e renda**) *Destaque para políticas de geração de empregos verdes, requalificação profissional e capacitação técnica, com foco em diversidade e territorialização.* ▪ Eliminar a desigualdade no **acesso aos serviços energéticos**. *Políticas públicas são fundamentais para garantir acesso físico, capacidade de pagamento e equidade na qualidade, especialmente em comunidades de baixa renda, rurais e regiões remotas.*	▪ Política Nacional de Transição Energética (PNTE) ○ Plano Nacional de Transição Energética (Plante) ○ Fórum Nacional de Transição Energética (Fonte) ▪ Programa Luz para Todos ▪ Programa Luz do Povo ○ Tarifa Social de Energia Elétrica ○ Desconto Social ▪ Programa Gás do Povo ▪ Programa Nacional de Acesso ao Cozimento Limpo ▪ Programa Combustível do Futuro ▪ Portal Brasileiro do Hidrogênio ▪ Pronatec EnergIFE ▪ Programa Asas para o Futuro
de reconhecimento (da diversidade social)	▪ Fomentar ações específicas para **grupos vulnerabilizados** (povos indígenas, quilombolas, comunidades tradicionais e famílias em situação de pobreza energética). ▪ Reduzir a disparidade de **gênero e desigualdade étnico-racial**. *A implementação de salvaguardas socioambientais e o respeito aos direitos humanos e socioambientais na implantação de novos projetos energéticos se tornam elementos importantes.*	
processual (da participação social)	▪ Garantir a **participação social** com transparência. ▪ **Respeitar a diversidade** regional brasileira. *A antecipação do engajamento e a transparência são essenciais para fortalecer a confiança e a qualidade das decisões, desde as etapas iniciais do planejamento.*	

Acesso à cesta básica de serviços energéticos

- A **pobreza energética**, definida como a incapacidade de acessar ou satisfazer plenamente uma cesta básica de serviços energéticos, contém desafios em três dimensões relacionadas ao **significado de acesso:**
  - **Acesso físico à energia elétrica:** ainda um desafio em determinadas comunidades rurais e regiões remotas
  - **Capacidade de pagamento:** comprometimento excessivo das famílias de baixa renda com gastos com energia
  - **Qualidade do fornecimento de energia:** condições inadequadas de continuidade e confiabilidade de energia elétrica. Desafio fundamental nos sistemas isolados e nas regiões remotas. Nesta dimensão também se inclui a qualidade do combustível utilizado para cozimento.
- A **cesta básica de serviços energéticos** proposta envolve serviços essenciais como cozimento, refrigeração, iluminação, telecomunicações, climatização e acesso à água, cujo atendimento contribui para saúde, educação e participação social.
- A projeção para alguns equipamentos é de leve redução no horizonte decenal:
  - Em domicílios de alta renda, há substituição de ventiladores por ares-condicionados e chuveiros elétricos por sistemas com gás natural.
  - A leve redução da posse de fogões a GLP está associada à substituição por tecnologias alternativas de cozimento elétrico a indução e por fogões a gás natural, especialmente em classes de alta renda. O Programa Gás do Povo, por sua vez, busca ampliar o uso do GLP em domicílios que já possuem o equipamento, mas recorrem à lenha ou ao carvão devido ao custo.

Projeção(1) da evolução da posse de equipamentos capazes de suprir a proposta de cesta básica de serviços energéticos residencial

Fonte: Elaboração EPE (com base em IBGE 2019, 2024; Eletrobras/Procel 2019).

Serviço energético	Equipamento necessário	Posse de equipam. (unidades/domicílio)	
		2025	2036
Cozimento de alimentos	Fogão a GLP	0,89	0,87
Refrigeração	Geladeira	1,04	1,06
Água quente sanitária(2)	Chuveiro elétrico	0,69	0,64
Climatização de ambiente(2)	Ventilador/Circulador de ar	1,13	1,08
Telecomunicações	Ar-condicionado	0,18	0,26
	Computador	0,20	0,25
	Celular	1,09	1,39
	Televisão	1,10	1,40
	Modem[3]	n/d	n/d
Iluminação	Lâmpadas	6,64	10,33
Lavagem de roupa	Máquina de lava-roupas	0,71	0,81
Acesso à água	Bomba d'água(3)	n/d	n/d
Tecnologias de saúde para eletrodependentes(2)	Concentrador O_2(3)	n/d	n/d

Notas: (1) Os dados de projeção de posse de equipamentos são parâmetros do Modelo do Setor Residencial (MSR), que representa a evolução da demanda energética do setor residencial no horizonte do PDE; (2) Presença na cesta básica de serviços energéticos dependendo da região, época do ano ou condição de saúde; (3) Posse dessas categorias de equipamentos atualmente não quantificadas por restrição de modelagem.

PDE 2036

Diante dos temas socioambientais da expansão e de uma visão mais abrangente da transição energética, chega-se a desafios e oportunidades socioambientais estratégicos

epe 20+ MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Os desafios socioambientais estratégicos expressam a complexidade socioambiental da expansão energética ...

Mitigação das emissões do setor energético

- O setor de energia brasileiro se destaca no cenário internacional pela elevada **participação de fontes renováveis** em sua matriz energética.
- Nesse contexto, a mitigação das emissões do setor exige a **busca por soluções e tecnologias inovadoras** que considerem as particularidades do País e a relação custo-efetividade dos caminhos possíveis.
- Assim, a tendência é que o setor direcione **cada vez mais esforços para soluções que levem em conta o processo de transição energética desejado** e os compromissos assumidos pelo Brasil.

Adaptação do setor energético à mudança do clima

- A **mudança do clima**, tanto gradual quanto associada a eventos extremos, causa **impactos** na oferta, na infraestrutura, nos serviços e **no sistema energético** como um todo.
- A elevada renovabilidade da matriz elétrica brasileira leva o setor elétrico a desafios particulares no que se refere à adaptação por conta da **interdependência de fontes renováveis com o clima e com os recursos naturais**.
- Dessa forma, é essencial impulsionar ações voltadas à adaptação do setor energético, por meio do **desenvolvimento de estratégias, estudos e iniciativas que promovam o aumento de sua resiliência** frente aos impactos da mudança do clima.

Transição energética justa e inclusiva

- A **transição energética deve contribuir para o desenvolvimento sustentável**, conciliando os objetivos de descarbonização com a redução das desigualdades socioeconômicas.
- É necessário **colocar as pessoas no centro das políticas públicas**, a fim de combater a pobreza energética e garantir o acesso a serviços energéticos e a custos acessíveis. Assim como reconhecer e respeitar os direitos das comunidades impactadas por empreendimentos de energia.
- Para isso, é essencial a **articulação entre políticas setoriais, instrumentos de financiamento, estratégias de capacitação e qualificação profissional, salvaguardas socioambientais e mecanismos de participação social**, de modo a assegurar uma transição energética justa e inclusiva.

A mudança do clima e a transição energética justa e inclusiva são os maiores desafios socioambientais estratégicos do planejamento energético brasileiro.

... refletindo as principais questões a serem enfrentadas



Compatibilização da produção, geração e transmissão de energia com a conservação da biodiversidade

- O uso dos recursos naturais pelo setor energético pode acarretar **processos impactantes negativos na biota, nos habitats e em processos ecológicos**.
- As interferências na biodiversidade são uma preocupação considerando: a concentração de empreendimentos eólicos e fotovoltaicos e de linhas de transmissão; hidrelétricas em regiões sensíveis ou já fragmentadas por uma grande quantidade de barramentos; e atividades do setor petrolífero.
- Na **escala de projeto**, **guias e protocolos de sustentabilidade**, certificações e adoção de padrões de desempenho socioambientais contribuem para a difusão das melhores práticas em todas as etapas do empreendimento.
- Em uma **escala mais ampla**, o desafio exige **estudos socioambientais estratégicos** que avaliem cumulatividades e sinergias de projetos planejados e existentes, tais como a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) e o Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica (EIBH) para hidrelétricas e a Avaliação Ambiental de Área Sedimentar (AAAS) para atividades de petróleo e gás.
- Dessa forma, é fundamental prosseguir com a **busca por soluções conjuntas** que estejam em consonância com as políticas de **desenvolvimento energético e de conservação da biodiversidade**.



Compatibilização da geração e produção de energia com outros usos da água

- A compatibilização da geração de energia com os demais usos da água é um desafio crescente no Brasil, especialmente diante do **aumento da demanda hídrica e dos impactos da mudança do clima**.
- A tendência de redução da disponibilidade hídrica em diversas regiões do País, associada ao aumento da frequência de secas e à maior diversidade de usuários, **deve intensificar os conflitos pelo uso da água**.
- O setor energético usa a água para a geração hidrelétrica, resfriamento de UTEs, limpeza de painéis fotovoltaicos e na produção de biocombustíveis. Além disso, novas atividades intensivas em água, como a produção de hidrogênio, ampliam a pressão sobre os recursos hídricos.
- Sendo assim, o setor energético **deve buscar continuamente a otimização do uso da água**, investindo em pesquisa, monitoramento e tecnologias mais eficientes, além de fortalecer a articulação com os órgãos gestores de recursos hídricos para garantir a segurança energética e hídrica e evitar conflitos entre os múltiplos usos da água.

As oportunidades socioambientais estratégicas representam a possibilidade de agregar valor socioambiental à expansão energética

Aproveitamento energético de resíduos

- **Transformação de um passivo ambiental em ativo energético**.
- **Diversas matérias-primas e rotas tecnológicas** permitem gerar energia a partir de resíduos, com aplicações que incluem a produção de biometano para uso veicular e biogás ou incineração para geração elétrica.
- O Brasil possui **elevado potencial para ampliar esse aproveitamento** por meio de recursos como vinhaça, resíduos sólidos urbanos, resíduos agropecuários, sebo bovino, efluentes domésticos, óleos usados e resíduos florestais e agrícolas.
- **Pode fortalecer a gestão de resíduos e cadeias produtivas sustentáveis**, além de integrar tecnologias como BECCS (bioenergia com captura e armazenamento de carbono).

Otimização de recursos e de infraestrutura

- **Aproveitamento de infraestrutura existente**, otimizando recursos e minimizando impacto, ao evitar a construção de novos projetos.
- **Repotenciação** e modernização de usinas **hidrelétricas existentes**.
- **Hibridização de fontes com empreendimentos já existentes**, como integração de sistemas solares fotovoltaicos a reservatórios hidrelétricos e a parques eólicos.
- **Aproveitamento da infraestrutura e *expertise* do setor petrolífero**, como o uso de redes existentes para transporte de combustíveis de baixa emissão de carbono (como biometano e hidrogênio) e o desenvolvimento de tecnologias de captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS).

Mecanismos de sustentabilidade e de descarbonização

- Promoção da sustentabilidade, descarbonização e resiliência climática a partir de **mecanismos que agregam valor socioambiental a projetos energéticos**, como conservação da biodiversidade, proteção de recursos hídricos e geração de empregos.
- **Mecanismos de certificação e financiamento**, como o RenovaBio, a certificação de energia renovável e os padrões da International Finance Corporation (IFC), impulsionam o avanço da sustentabilidade no setor.
- **Incorporação de práticas ESG**, alinhamento a agendas internacionais **e divulgação de informações de sustentabilidade por empresas**, ampliam a atração de investimentos e geram valor socioambiental no setor energético.

As oportunidades socioambientais estratégicas possuem uma conjuntura favorável, mas ainda são pouco exploradas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. **Resolução nº 5, de 26 de agosto de 2024**. Institui a Política Nacional de Transição Energética. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 162, n. 166, p. 2, 28 ago. 2024. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-580836599>. Acesso em: outubro 2026.

ELETROBRAS; PROCEL. **Pesquisa de posse e hábitos de uso de equipamentos elétricos na classe residencial: PPH 2019**. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2019.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica Análise Socioambiental das Fontes Energéticas do PDE 2036.** Rio de Janeiro: EPE, 2026a (Nota Técnica EPE/DEA/SMA/026/2026). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2036>. Acesso em: novembro 2026.

_____. **Roadmap para o Fortalecimento da Resiliência do Setor Elétrico em Resposta às Mudanças Climáticas. Relatório Final.** Rio de Janeiro: EPE, 2026b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/roadmap-para-o-fortalecimento-da-resiliencia-do-setor-eletrico-em-resposta-as-mudancas-climaticas>. Acesso em: outubro de 2026.

_____. **Balanço Energético Nacional 2026: Ano-base 2025**. Rio de Janeiro: EPE, 2026c. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>. Acesso em: outubro de 2026.

_____. **Plano Nacional de Energia 2055: Caderno de Potencial dos Recursos Energéticos.** Versão 2. Rio de Janeiro: EPE, maio 2026d. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-nacional-de-energia-2055>. Acesso em: outubro 2026.

_____. **Emissões de GEE - PDE 2036**. Rio de Janeiro: EPE, 2026e. Disponível em: < https://dashboard.epe.gov.br/apps/gee-calc-2036/>. Acesso em: outubro 2026.

_____. **PDE 2036: Caderno de Contexto, Perspectivas e Premissas**. Rio de Janeiro: EPE, 2026f. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2036>. Acesso em: outubro 2026.

_____. **Apresentação da metodologia e dos fatores de emissão utilizados para as estimativas de emissão de GEE nos planos de energia, no BEN e demais produtos da EPE.** Rio de Janeiro: EPE, 2022. 13 p. (Informativo Técnico, n. 011/2022). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/areas-de-atuacao/estudos-socioambientais/SiteAssets/Paginas/Emissoes-de-Gases-de-Efeito-Estufa/Informativo%20Tecnico_11-2022_fatores%20de%20emiss%C3%A3oSMA.pdf>. Acesso em: outubro de 2026.

_____. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2025**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: outubro de 2026.

REFERÊNCIAS

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: primeiros resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101670>. Acesso em: outubro 2026.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html>. Acesso em: outubro de 2026.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Climate Resilience for Energy Security.** Paris: IEA, 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/climate-resilience-for-energy-security>. Acesso em: outubro de 2026.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 – Energy**. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>. Acesso em: outubro de 2026.

_____. **Interactive Atlas – Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva: IPCC, 2021. Disponível em: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>. Acesso em: outubro de 2026.

_____. **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf> (versão em português). Acesso em: junho de 2026.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Relatório de Referência do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Setor Energia, subsetor Queima de combustíveis – abordagem setorial**. Versão de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia setorial>.

_____. **Relatório do Inventário Nacional 1990-2022: relatório do inventário nacional de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa.** Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-bienais-de-transparencia-btrs/relatorios_slogo/relatorio_deinventario_nacionalnir_2024_port_slogo.pdf>. Acesso em: outubro de 2026.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Plano Clima Adaptação: plano setorial de energia**. Brasília, DF: MMA : MCTI : MME, 2025a.

_____. **Plano Clima Adaptação: estratégia nacional de adaptação.** Brasília, DF: MMA : MCTI : CC/PR, 2025b.

_____. **Plano Clima Mitigação: plano setorial de energia**. Brasília, DF: MMA : MCTI : MME, 2025c.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às diversas equipes do MME pela revisão do documento e pelas contribuições apresentadas, que foram importantes para seu aperfeiçoamento: Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral (DTTM/SNGM); Departamento de Informações, Estudos e Eficiência Energética (DIEE/SNTEP); Departamento de Transição Energética (DTE/SNTEP); Departamento de Política de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural (DEPG/SNPGB); Departamento de Planejamento e Outorgas de Geração de Energia Elétrica (DPOG/SNTEP); Departamento de Políticas para o Mercado (DPME/SNEE); Departamento de Combustíveis Derivados do Petróleo (DCDP/SNPGB); Departamento de Eletromobilidade (DEMOB/SNTEP).

Os ícones utilizados neste caderno foram obtidos em Flaticon.





PDE 2036

Clique aqui e acesse todos os estudos do PDE 2036

Siga a EPE nas redes sociais e mídias digitais:

epe

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO