

PDE 2035

Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2035

Meio Ambiente e Energia

Março 2026



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



FICHA TÉCNICA

PDE 2035 | Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2035

Caderno de Meio Ambiente e Energia



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

Ana Paula Lima Vieira Bittencourt

Secretário Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Renato Cabral Dias Dutra

Secretária Nacional de Transição Energética e Planejamento Substituta

Lorena Melo Silva Perim

www.mme.gov.br

Composição dos cargos em 11 de fevereiro de 2026

Rio de Janeiro, 2026

Foto da capa: Ana Dantas



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

Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Carlos Eduardo Cabral Carvalho

www.epe.gov.br



FICHA TÉCNICA

PDE 2035 | Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2035

Caderno de Meio Ambiente 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

Cristiane Moutinho Coelho

Guilherme de Paula Salgado

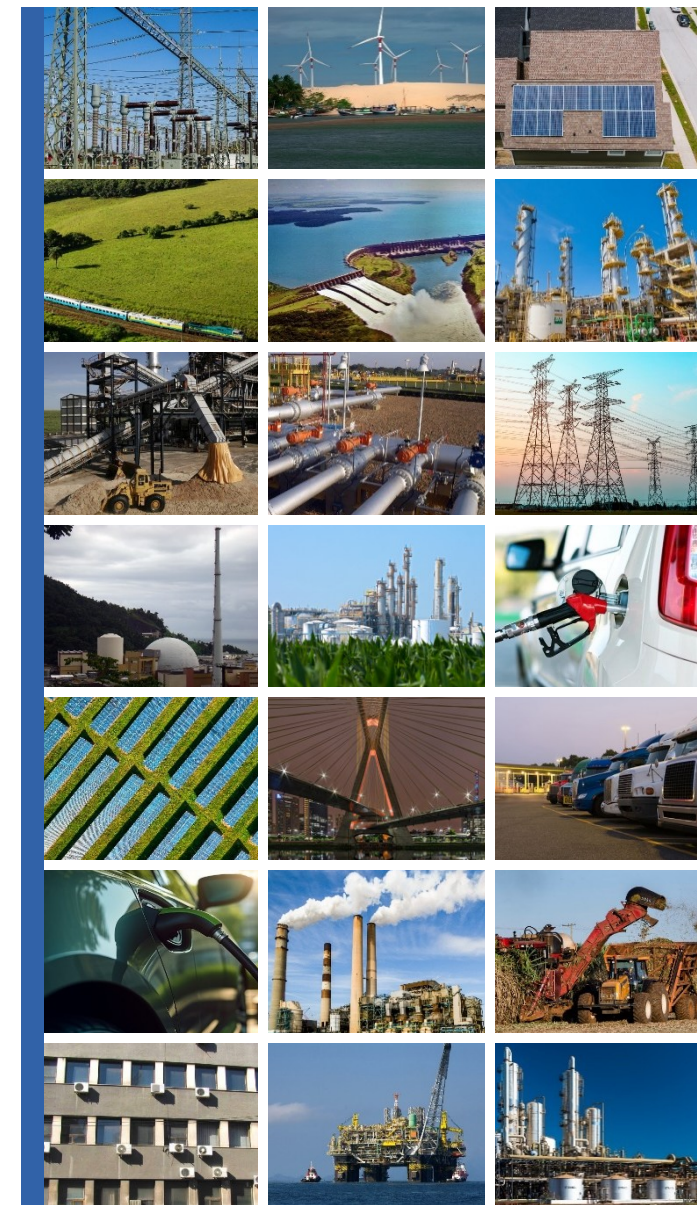
Hermani de Moraes Vieira



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.

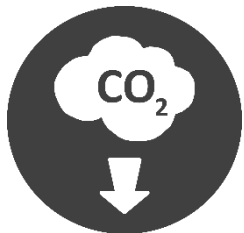
Este caderno fornece informações relevantes sobre os principais aspectos socioambientais da expansão energética no horizonte decenal trazendo transparência ao processo de planejamento energético e reduzindo a assimetria de informação por meio da apresentação de dados e análises técnicas que auxiliam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



- Panorama socioambiental da expansão
 - Análise de emissões de gases de efeito estufa
 - Expansão energética e temas socioambientais
- Desafios socioambientais estratégicos
- Oportunidades socioambientais estratégicas

Panorama socioambiental da expansão

Panorama socioambiental da expansão: principais questões



MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE DO SETOR ENERGÉTICO

Ações de redução ou remoção das emissões de gases de efeito estufa para evitar ou minimizar as alterações do clima



ADAPTAÇÃO DO SETOR ENERGÉTICO À MUDANÇA DO CLIMA

Ações para reduzir e/ou absorver os efeitos das alterações do clima, tendo em vista as vulnerabilidades e a resiliência do sistema.

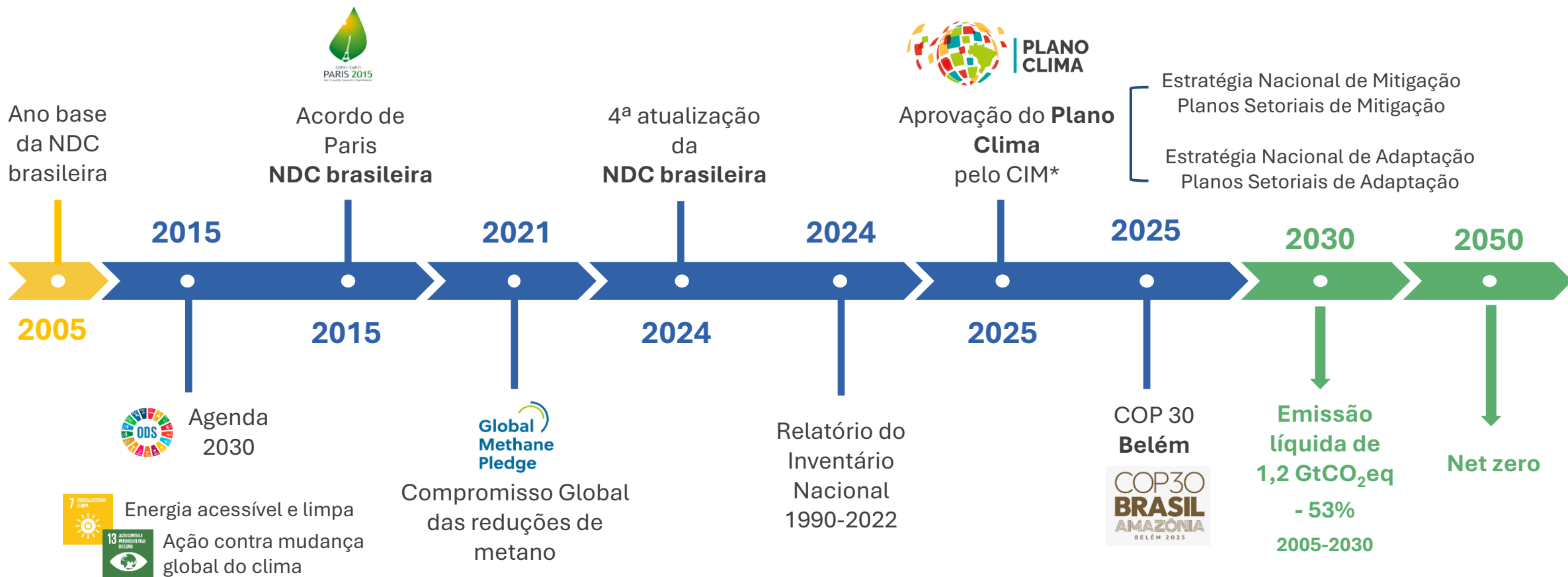


TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA E INCLUSIVA

Uma transição energética que contribua para o desenvolvimento social e econômico com foco na redução das desigualdades.

Para a construção da trajetória energética neste ciclo do PDE, se destacaram as discussões associadas à transição energética justa e inclusiva e às mudanças climáticas.

Conjuntura das políticas climáticas e compromissos assumidos pelo Brasil



* Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

As políticas climáticas e os compromissos assumidos pelo Brasil, como o alcance os objetivos de desenvolvimento sustentável, servem como base para a expansão energética brasileira.

COP da Amazônia (COP 30) e Mercado de Carbono no Brasil

COP da Amazônia (Belém – novembro/2025)

DOCUMENTO FINAL



- Iniciativas para fortalecer as NDCs.
- Sinalização política para triplicar os recursos para adaptação até 2035.
- Transição justa voltada para as pessoas e com foco em populações vulnerabilizadas.

INICIATIVAS BRASILEIRAS

- Compromisso de Belém pelos Combustíveis Sustentáveis.
- Coalizão Aberta para Mercados Regulados de Carbono.
- Fundo de Florestas Tropicais para Sempre (FFTS).
- Elaboração do mapa do caminho para reduzir gradativamente a dependência de combustíveis fósseis no País.

Mercado de Carbono no Brasil

- Estabelecimento do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) - Lei n. 15.042/2024.
- Mecanismo que contribui para cumprir as metas climáticas e demais acordos assumidos pelo País.
- Ambiente regulado submetido ao regime de limitação das emissões de GEE e de comercialização de ativos representativos de emissão, redução de emissão ou remoção de GEE no País.
- Implementação gradual, em cinco fases, a começar pela regulamentação da Lei.
- O SBCE favorece uma matriz energética ainda mais renovável, associada a tecnologias de compensação e mitigação de emissões.

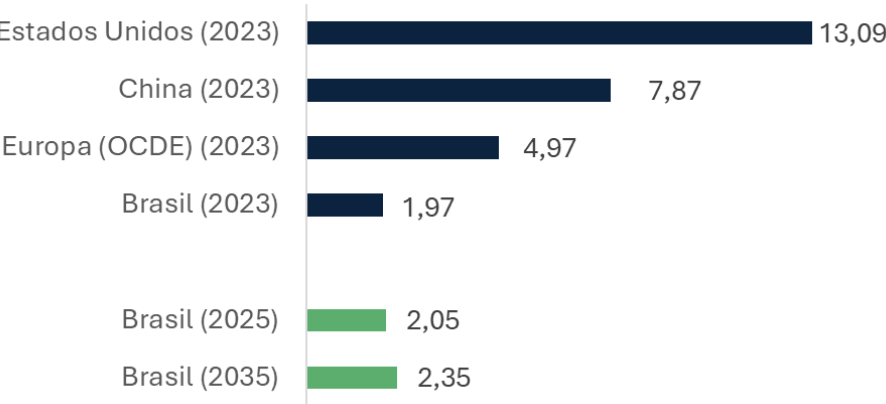
As iniciativas encampadas pelo Brasil na COP 30 somadas à regulação do mercado de carbono brasileiro apontam para uma transição energética com fontes renováveis.

Emissões de GEE e o setor de energia

- O setor de Energia respondeu por apenas **21%** das emissões líquidas brasileiras totais em 2022 (MCTI, 2024).
- As emissões brasileiras per capita e a intensidade de carbono na produção e no uso de energia são baixas comparativamente a outros países.
- A intensidade de carbono na produção e no uso da energia representa quanto se emite para produzir uma unidade energética (tep). Esse indicador permite avaliar a eficiência na produção e no uso da energia em relação à emissão de carbono.

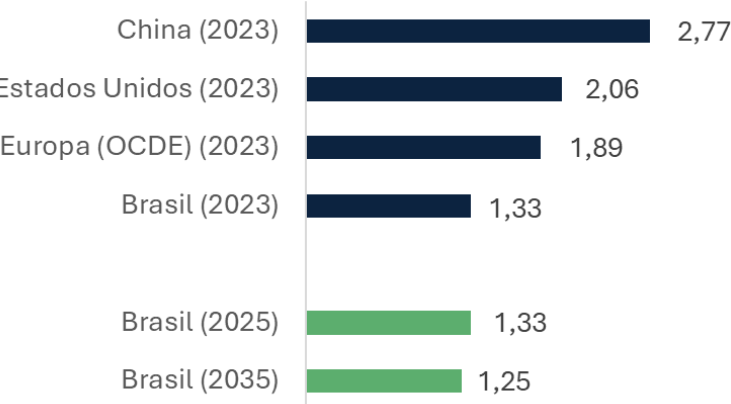
Emissões per capita na produção e no uso de energia (tCO₂eq/hab)

Fonte: EPE, 2025 e IEA, 2025.



Intensidade de carbono na produção e no uso de energia (tCO₂eq/tep)

Fonte: EPE, 2025 e IEA, 2025.

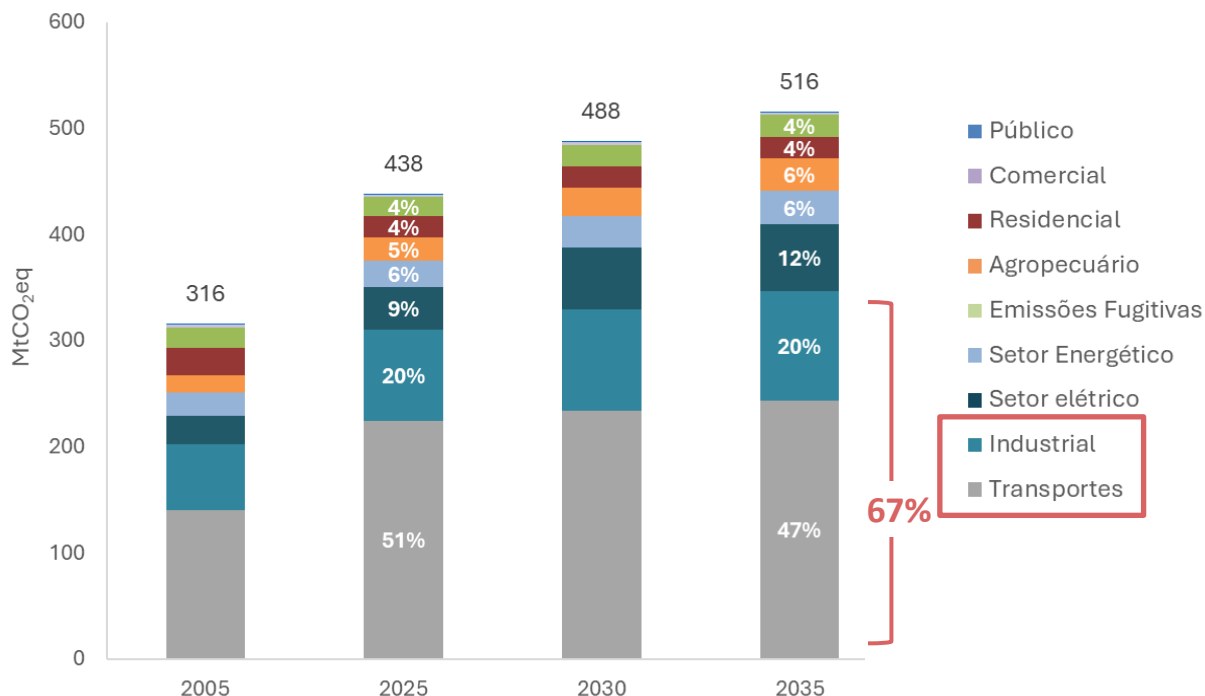


O setor de energia brasileiro se destaca, mundialmente, por possuir uma matriz energética de baixa emissão de carbono. Em 2022, as emissões do setor de energia responderam por apenas 21% das emissões brasileiras.

Análises de emissões de GEE no PDE 2035

Evolução da participação setorial nas emissões de GEE na produção e no uso de energia

Fonte: Elaboração EPE.



Ferramenta Emissões de GEE – PDE 2035

Os dados da projeção de emissões de GEE estão disponíveis para download na ferramenta “Emissões de GEE – PDE 2035”: [DashboardGEE](#). Metodologia de cálculo: [Informativo Técnico Metodologia de Cálculo de Emissões de GEE](#)

Ao longo do horizonte decenal...

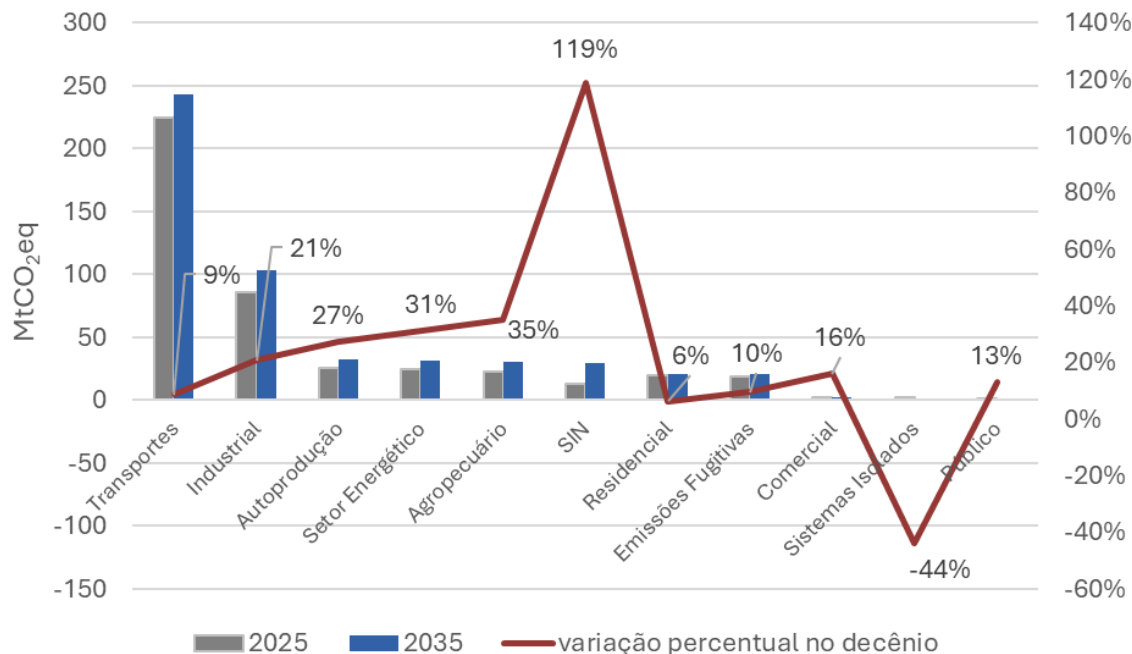
- O total de emissões é crescente em todos os setores da produção e uso de energia, refletindo a perspectiva de crescimento econômico do País.
- O crescimento da economia e de investimentos em infraestrutura estão vinculados a um aumento na demanda e oferta por energia.
- Os setores de transporte e indústria continuam sendo os principais emissores. Eles mantêm sua participação e somam 67% do total das emissões em 2035.

As emissões associadas à produção e ao uso de energia crescem no horizonte decenal refletindo a perspectiva de crescimento econômico.

Análises de emissões de GEE no PDE 2035

Evolução das emissões de GEE relacionadas à produção e ao uso de energia

Fonte: Elaboração EPE.



Nota: O setor elétrico é composto por autoprodução, SIN e sistemas isolados.

Ao longo do horizonte decenal, destacam-se:

- O setor de transportes continua sendo o maior emissor, porém apresenta uma variação baixa (9%), refletindo:
 - ✓ Substituição de combustíveis por renováveis, como etanol, biodiesel e SAFs;
 - ✓ Ganhos em eficiência de motorização e sistêmica;
 - ✓ Inserção de veículos elétricos.
- O setor energético tem variação de 31%, refletindo maior demanda e consumo associados à exploração, produção e refino de petróleo e gás.
- O SIN segue com a maior variação no decênio (119%), em função da entrada de UTEs a gás natural. Ainda assim, o SIN representa apenas 6% das emissões totais do setor em 2035, graças à alta participação de fontes renováveis.
- Os Sistemas Isolados têm uma variação negativa (44%), por conta da interligação Manaus-Boa Vista, dentre outras ações.

O setor de transportes continua sendo o maior emissor do setor de energia brasileiro. Entretanto, destaca-se que sua variação percentual no decênio é baixa devido à substituição de combustíveis e tecnologias, além de ganhos em eficiência.

Expansão energética contratada

Norte: destacam-se as UTEs renováveis e as UTEs a gás natural

Centro-Oeste: evidenciam-se as usinas de etanol e as hidrelétricas (PCHs e CGHs)

Sul: sobressaem-se as hidrelétricas (PCHs e CGHs) e as linhas de transmissão planejadas



Nota Técnica Análise Socioambiental das fontes energéticas do PDE 2035

Mais informações sobre a análise socioambiental do PDE 2035 podem ser encontradas na Nota Técnica Análise Socioambiental das fontes energéticas do PDE 2035: **XXXXXX**.

Nordeste: destacam-se as fotovoltaicas e as eólicas, além das linhas de transmissão para escoamento

Sudeste: ressaltam-se a infraestrutura de petróleo e gás natural, as fotovoltaicas e as linhas de transmissão

Temas socioambientais do PDE 2035

Sete temas socioambientais sintetizam as principais interferências socioambientais da expansão prevista no PDE 2035, a partir das sensibilidades de cada região.

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.

Matriz síntese da análise socioambiental integrada do PDE 2035

Regiões → Fontes ↓	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
UHEs	  	-			 
PCHs e CGHs		-			
UTES fósseis (gás natural)				 	 
UTE nuclear	-	-	-		-
UTES renováveis		-			
Eólica	-	  	-	-	-
Solar fotovoltaica	-				-
Transmissão				 	

Regiões → Fontes ↓	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
E&P de petróleo e GN	 	 	-		-
Refinarias, UPGNs e terminais de GNL	-		-		
Gasodutos	-		-		
Etanol					
Biodiesel		-		-	
Biometano	-				



biodiversidade



organização territorial



paisagem



povos e terras indígenas



qualidade do ar



recursos hídricos



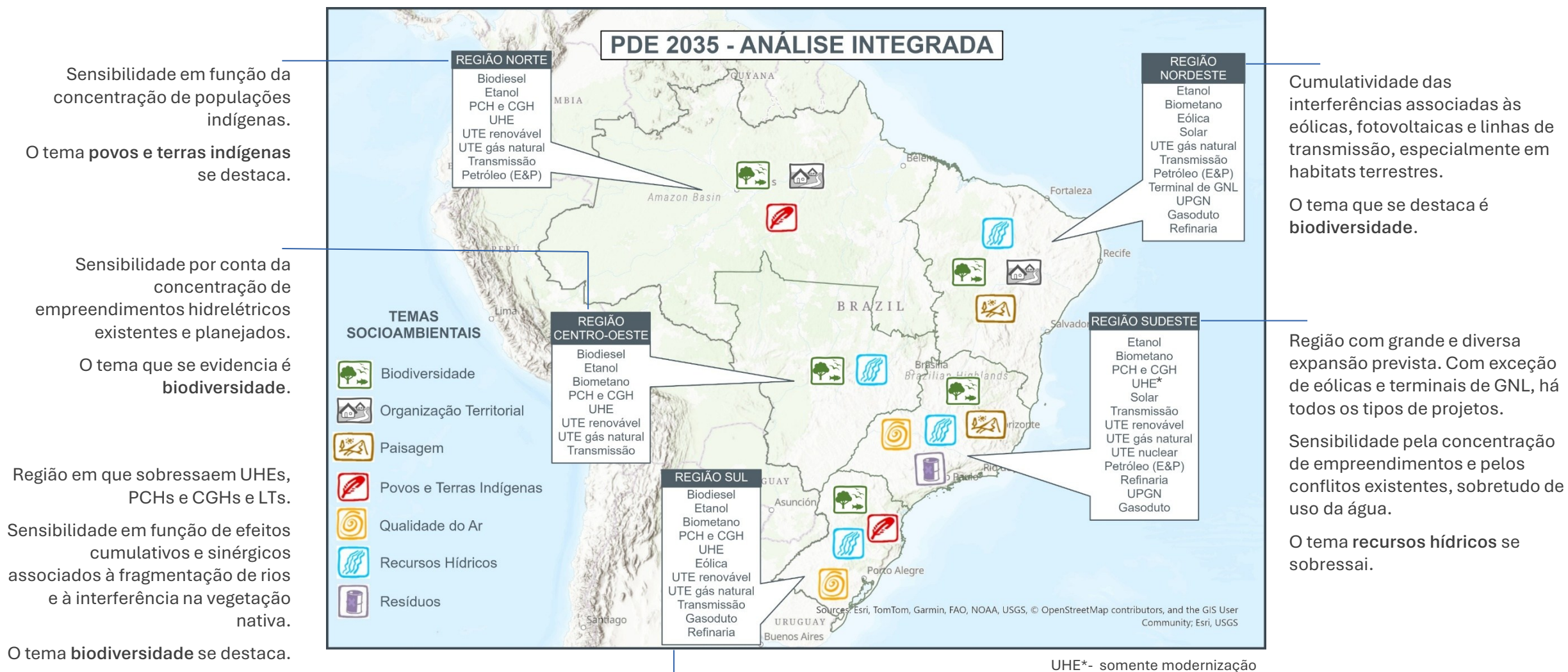
resíduos



interferências inexpressivas

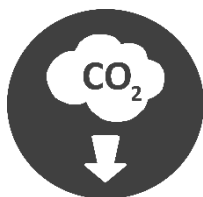
- não há previsão de expansão

Mapa síntese da análise socioambiental integrada do PDE 2035



Desafios socioambientais estratégicos

Desafios socioambientais estratégicos



Mitigação das emissões do setor energético

- O setor de energia brasileiro possui elevada participação de fontes renováveis na matriz energética.
- Dessa forma, a mitigação das emissões do setor exige a busca por soluções e tecnologias inovadoras que considerem as particularidades do País e a custo-efetividade dos caminhos possíveis.
- A tendência é o setor direcionar cada vez mais esforços para soluções que levem em conta o processo de transição energética desejado e os compromissos brasileiros.



Adaptação do setor energético à mudança do clima

- A mudança do clima, gradual e extrema, causa impactos na oferta, na infraestrutura, nos serviços e no sistema energético como um todo.
- O setor elétrico brasileiro possui desafios particulares no que se refere à adaptação por conta da interdependência de fontes renováveis com o clima e com os recursos naturais.
- É essencial impulsionar e prosseguir com discussões de estratégias, estudos e iniciativas relacionadas à capacidade de adaptação do setor.



Transição energética justa e inclusiva

- A transição energética deve contribuir para o desenvolvimento sustentável com foco na 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 à energia a todas as camadas da população.
- Para isso, é essencial articulação entre políticas setoriais, instrumentos de financiamento, estratégias de qualificação e mecanismos de participação.

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

Desafios socioambientais estratégicos



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, fotovoltaicos e linhas de transmissão; hidrelétricas em regiões sensíveis ou fragmentadas por uma grande quantidade de barramentos; e atividades do setor petrolífero.
- É essencial prosseguir com iniciativas e articulações com o setor de meio ambiente na busca por soluções conjuntas, como a Avaliação Ambiental de Áreas Sedimentares (AAAS), o acordo de cooperação técnica entre EPE e Ibama para planejamento da transmissão e a ferramenta interativa da EPE BiodivEPE.

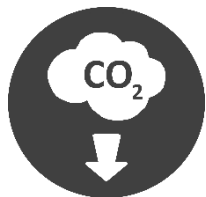


Compatibilização da geração e produção de energia com outros usos da água

- A gestão dos recursos hídricos é complexa, principalmente onde há grande demanda pelo recurso ou em áreas de baixa disponibilidade de água.
- O setor energético usa a água para a geração hidrelétrica, resfriamento de UTEs, limpeza de painéis fotovoltaicos e irrigação de cana-de-açúcar. Também é relevante considerar a demanda hídrica por grandes cargas, como datacenters e projetos de produção de hidrogênio.
- Sendo assim, é importante que o setor continue a otimizar o uso do recurso hídrico e considerar os usos múltiplos da água. O PRR traz ações neste sentido. Já o REDATA (Regime Especial de Tributação para Serviços de Datacenter) é um incentivo ao uso eficiente e racional da água em datacenters.

Os desafios socioambientais estratégicos expressam a complexidade socioambiental da expansão energética, refletindo as principais questões a serem enfrentadas.

Mitigação das emissões de GEE do setor energético



O setor energético brasileiro tem como desafio buscar soluções e tecnologias inovadoras, tendo em vista as particularidades do País e a custo-efetividade dos caminhos possíveis.

CAMINHOS DA MITIGAÇÃO

- Instrumentos de precificação de carbono e regulação do mercado de carbono.
- Tecnologias de remoção de dióxido de carbono: captura e armazenamento de carbono (CCS), captura e uso de carbono (CCUS), bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS ou Bio-CCS) e captura direta de CO₂ (DACCS ou DAC).
- Desenvolvimento de tecnologias, como o hidrogênio de baixo carbono.
- Remoções de carbono da atmosfera por meio de florestas ou outros ambientes naturais.
- Estabelecimento de metas corporativas de redução de emissões.
- Estabelecimento de compromissos como os setores de transportes marítimo e aéreo.



Principais políticas e programas nacionais para redução das emissões

- Plano Setorial de Mitigação (Plano Clima)
- Programa Combustível do Futuro
- Renovabio
- Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel
- Programa Nacional do Hidrogênio
- Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável de Biogás e Biometano e Programa Metano Zero
- Programa Energias da Amazônia



A principal estratégia de mitigação é justamente manter elevada a participação das fontes renováveis na matriz, a fim de garantir que as emissões decorrentes da produção e uso de energia continuem baixas.

Adaptação do setor energético à mudança do clima



Cada vez mais, ocorrem eventos climáticos com impactos significativos no sistema energético.

EVENTOS CLIMÁTICOS E IMPACTOS NO SETOR ELÉTRICO



2020 – 2021

Seca prolongada leva a níveis baixos de armazenamento de água, afetando a **geração hidrelétrica**.

Calor extremo resulta em aumento da **geração termelétrica** para atender o **pico de demanda** por energia.

2023



2024

Chuvas intensas e rajadas de vento no Sul põem em risco diversas infraestruturas de **transmissão**.

Ondas de calor provocam quebra de **recorde de demanda** de energia elétrica no verão.

2025



Fonte: Elaboração EPE.

Principais políticas e programas nacionais para adaptação

- Plano Setorial de Adaptação (Plano Clima)
- Plano de Recuperação de Reservatórios de Regularização de Usinas Hidrelétricas (PRR)

Estudos desenvolvidos pela EPE

- Roadmap para o fortalecimento da resiliência do setor elétrico em resposta às mudanças climáticas
- Base de dados de indicadores de mitigação e adaptação à mudança do clima
- Estudos de reforços para a resiliência dos sistemas de transmissão
- Estudo de impactos das mudanças climáticas no planejamento do setor elétrico brasileiro

O setor elétrico brasileiro possui desafios particulares no que se refere à adaptação por conta da interdependência de fontes renováveis com o clima e com os recursos naturais.

Transição Energética Justa e Inclusiva



Uma transição energética que contribua para o desenvolvimento sustentável com foco na redução das desigualdades socioeconômicas.

CAMINHOS PARA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA E INCLUSIVA

- Garantir a geração e distribuição justa de benefícios (emprego e renda).
- Eliminar a desigualdade no acesso aos serviços energéticos.
- Fomentar ações específicas para grupos vulnerabilizados.
- Reduzir a disparidade de gênero e desigualdade étnico-racial.
- Garantir a participação social inclusiva com transparência e responsabilidade.
- Respeitar a diversidade regional brasileira.

Principais políticas e programas nacionais para transição energética justa e inclusiva

- 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
- Programa Gás do Povo
- Programa Combustível do Futuro

A transição energética brasileira deve ir além da substituição tecnológica, incorporando dimensões sociais, econômicas e territoriais que promovam equidade e inclusão.

Oportunidades socioambientais estratégicas

Oportunidades socioambientais estratégicas



Aproveitamento energético dos resíduos

- Transformação de um passivo ambiental em ativo energético.
- Diferentes matérias-primas e variedade de usos energéticos, como combustíveis veiculares (com o biometano) e geração elétrica (a partir do biogás ou da incineração).
- 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

- Melhor aproveitamento do recurso e minimização de impactos, sobretudo quando se evita a construção de novos projetos.
- Repotenciação e modernização de usinas hidrelétricas existentes.
- Hibridização das fontes com empreendimentos já existentes.
- Aproveitamento da infraestrutura do setor petrolífero para outros tipos de produção de energia.



Mecanismos de sustentabilidade e de descarbonização

- Promoção da sustentabilidade, descarbonização e resiliência climática a partir de mecanismos que agregam valor socioambiental a projetos energéticos.
- Instrumentos de certificação voltados para a descarbonização, como os créditos do Renovabio (CBIOs) e os certificados de energia renovável.
- Adoção de ferramentas de sustentabilidade (IFC, ESG, ODS, ISSB).

As oportunidades socioambientais estratégicas representam a possibilidade de agregar valor socioambiental à expansão energética, possuem uma conjuntura favorável, mas ainda são pouco exploradas.

REFERÊNCIAS

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2025. Ano base 2024.** Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: [Publicações \(epe.gov.br\)](https://publicacoes.epe.gov.br/). Acesso em: 12 dez. 2025.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Greenhouse Gas Emissions from Energy Highlights**. 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/greenhouse-gas-emissions-from-energy-highlights>. Acesso em: 12 dez. 2025.

MCTI – Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações. 2024. **Relatório do Inventário Nacional das Emissões Antrópicas por Fontes e das Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Brasil**. Disponível em: [Relatório do Inventário Nacional 1990-2022](#). Acesso em: 13 out. 2025.

CONHEÇA OS CADERNOS DE ESTUDOS DO PDE 2035



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Premissas Demográficas e Econômicas



Demanda de Energia e Eficiência Energética



Demanda Energética do Setor de Transportes



Previsão da Produção de Petróleo e Gás Natural



Preços Internacionais do Petróleo e seus Derivados



Gás Natural



Abastecimento de Derivados de Petróleo



Oferta de Biocombustíveis



[Clique aqui](#) e acesse a página
do PDE 2035 no site da EPE

CONHEÇA OS CADERNOS DE ESTUDOS DO PDE 2035



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



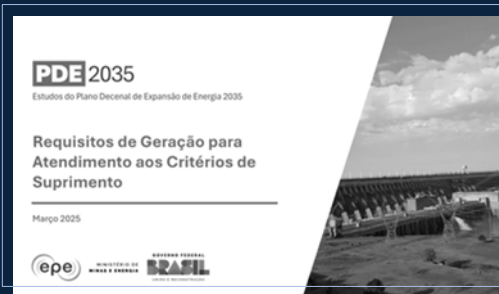
Demanda de Eletricidade



Eletromobilidade: Transporte Rodoviário



Requisitos de Geração para Atendimentos aos Critérios de Suprimento



Micro e Minigeração Distribuída & Baterias Atrás do Medidor



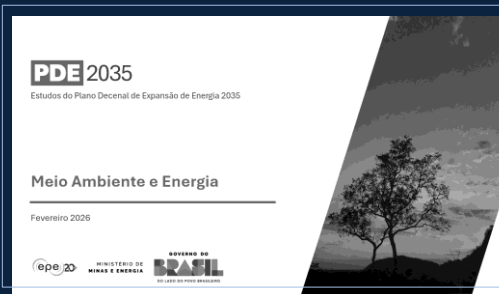
Parâmetros de Custos da Geração e Transmissão



Transmissão de Energia



Meio Ambiente e Energia



Consolidação de Resultados



[Clique aqui](#) e acesse a página do PDE 2035 no site da EPE

PDE 2035

Clique [aqui](#) e acesse todos os estudos do PDE 2035



Siga a EPE nas redes sociais e mídias digitais:



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

