

Perspectivas para a Transição Energética e o Hidrogênio de Baixo Carbono

**Seminário Acompanhamento da regulamentação e implementação de marcos legais
para a transição energética**

Ana Carolina Chaves
11 de fevereiro 2025

Linha de Pesquisa Hidrogênio

Produção acadêmica



Perspectivas da Economia do Hidrogênio no Setor Energético Brasileiro
Nivaldo de Castro, Sérgio Braga, Sávio Eizárriz, Maurício Moszkowicz, Eduardo Serra

Estruturas de financiamento para projetos de hidrogênio verde e derivados
Theresa Aquino, Nivaldo de Castro, Maurício Moszkowicz, Ana Carolina Chaves, Adely Braga

Observatório de Hidrogênio

A Economia do Hidrogênio
Transição, descarbonização e oportunidades para o Brasil
Nivaldo de Castro | Sérgio Leal Braga | Florian Pradelle
Ana Carolina Chaves | Caroline Charite organizadores

Projetos de P&D e Consultorias



ANEEL
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

ENERGY ASSETS DO BRASIL

edp
H2 BRASIL
Expansão do Hidrogênio Verde

1. Projeto de P&D Plataforma H2 Energy Assets (2020 – 2023)
2. Projeto de P&D Pecém H2V (2021-2024)
3. Consultoria H2Brasil (2022-2023)

Artigos de opinião publicados desde novembro de 2020



Portal hidrogênio verde
Aliança Brasil-Alemanha

Valor ECONÔMICO

MEGA WHAT

broadcast+

CanalEnergia.com.br



Informativo Hidrogênio Verde
Aliança Brasil-Alemanha

Publicações semanais

Deutsch-Brasilianische
Industrie- und Handelskammer
Câmara de Comércio e Indústria
Brasil-Alemanha



Curso Hidrogênio e Transição Energética

Eventos realizados desde abril de 2021



GESEL
Grupo de Estudos do Setor Elétrico

IRENA
International Renewable Energy Agency



**INTERNATIONAL WEBINAR
“HYDROGEN ECONOMY:
PERSPECTIVES AND POTENTIALS”**

**16 dez. 2021 - 9h (Brasília)
13h CET | 12h UTC**

COORDINATOR: Maurício Moszkowicz (GESEL)
MODERATOR: Piero Carlos Dos Reis (GESEL)
SPEAKERS: Barbara Jinks (IRENA) | Pablo Ralon (IRENA)

ICT - RESEL | **GESEL**
Rede de Estudos do Setor Elétrico | Grupo de Estudos do Setor Elétrico



**WEBINAR INTERNACIONAL
“TECNOLOGIA E CENTROS DE EXCELENCIA
DE HIDROGENIO EM PORTUGAL E BRASIL”**

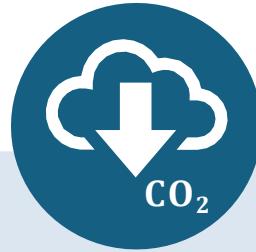
**12/01
11h30 (Brasília) - 14h30 (Lisboa)**

COORDINADOR: Nivaldo de Castro (GESEL-UFRJ)
MODERATOR: Theresa Aquino (GESEL-UFRJ)
PALESTRANTES: Miguel Patena (EDP - Portugal) | Nuno de Souza e Silva (R&D Nester) | José Luís Gonçalves de Almeida (CIMATEC/SENAI)

Transição Energética

A transição energética vai impor transformações econômicas, envolvendo alterações no setor elétrico e em um conjunto de rearranjos sociais, políticos e econômicos.

Drivers da Transição Energética



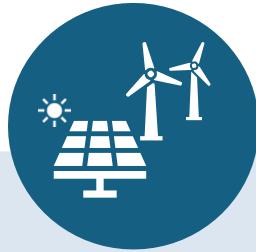
Objetivo central:
Descarbonização



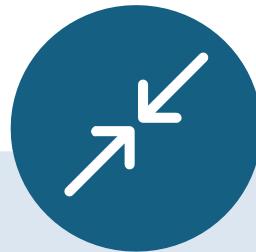
Redução da
dependência de
combustíveis
fósseis



Redução da
participação das
UHE na matriz
elétrica

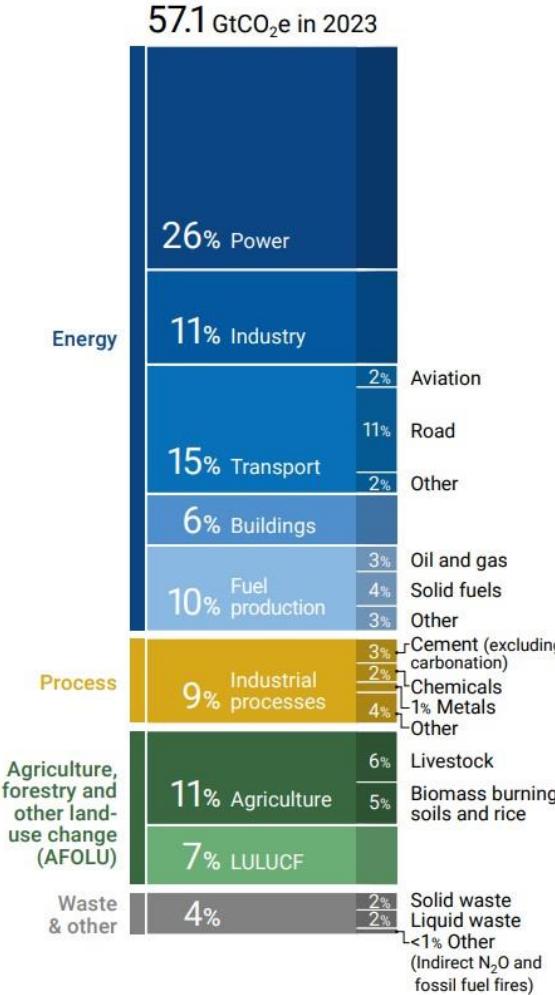


Diversificação
da matriz
energética:
Eletrificação



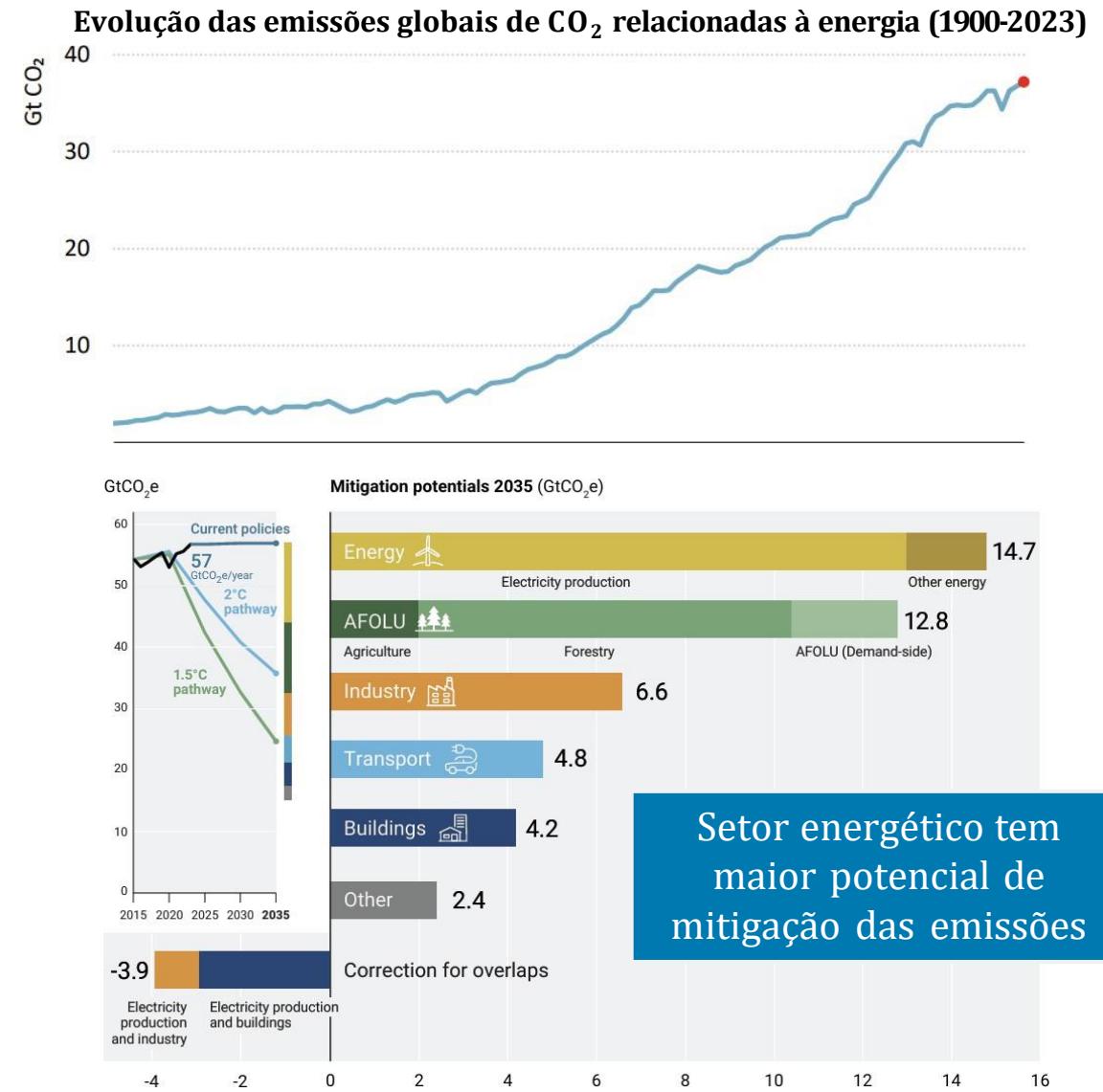
Reducir
processos de
desigualdade
econômica e
ambiental

Panorama global das emissões de gases de efeito estufa



68% das emissões globais estão relacionadas ao uso da energia

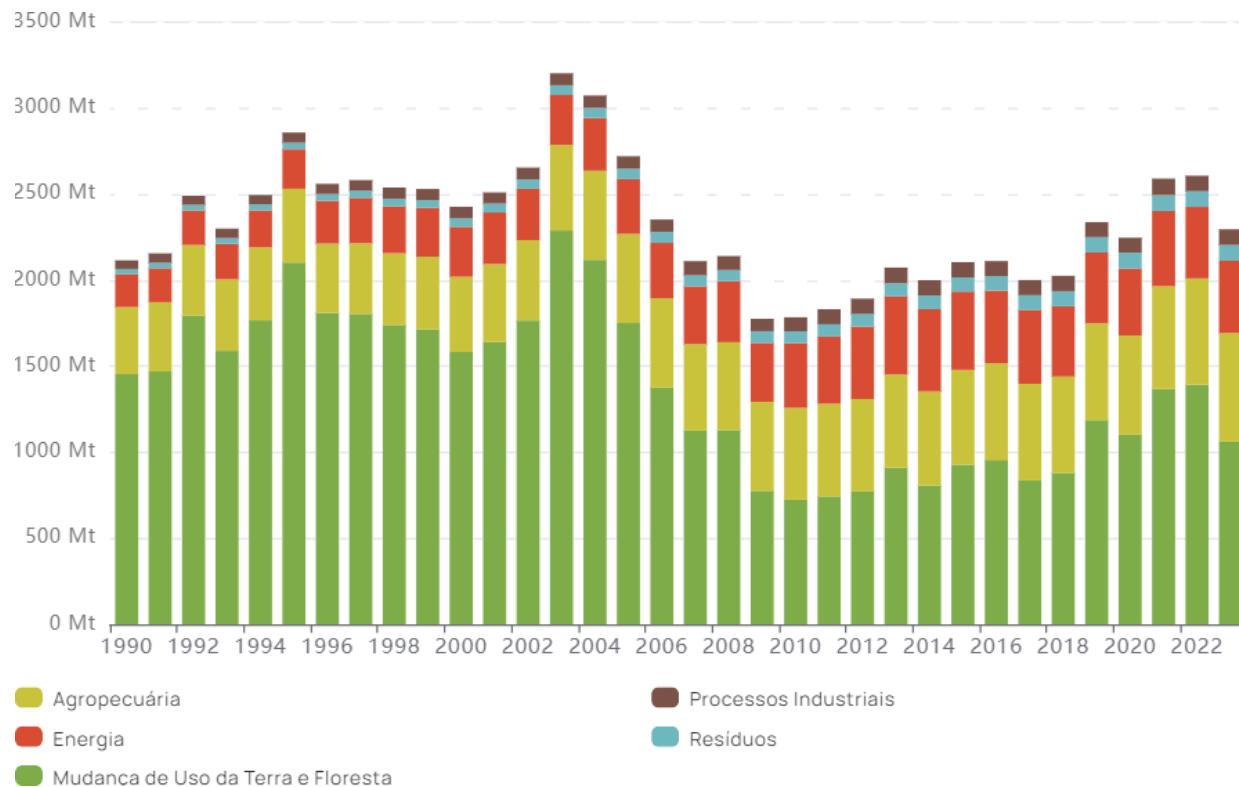
- As emissões globais de GEE estabeleceram um novo recorde de 57,1 Gt CO₂-eq em 2023, um **aumento de 1,3% em relação aos níveis de 2022**.
- O **setor elétrico (26%)** foi o maior responsável pelas emissões de GEE, em 2023, seguido pelos setores de **transporte (15%)**, **agricultura (11%)** e **indústria (11%)**.



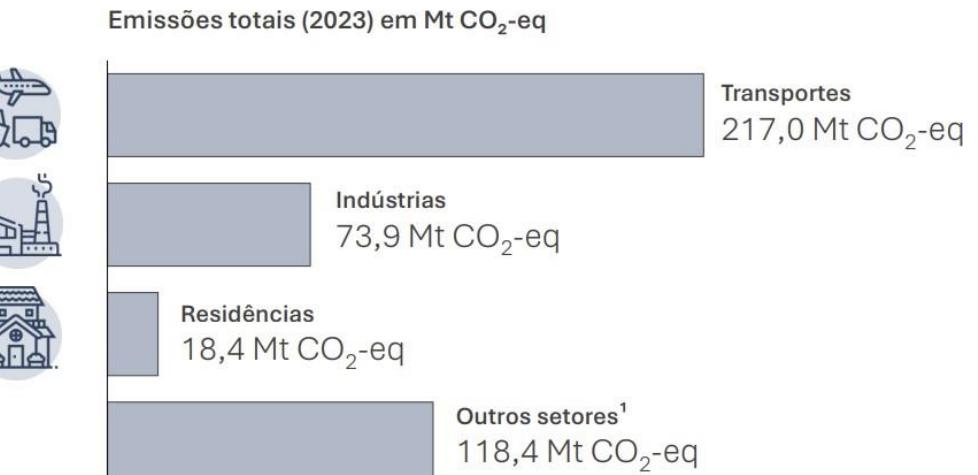
Panorama nacional das emissões de gases de efeito estufa

Em contraste com o panorama global, os setores de agropecuária e mudança o uso do solo são os principais emissores no país. **O setor energético aparece em terceiro, com destaque para o setor de transporte dentro deste.**

Emissões nacionais de CO₂eq de 1990 a 2023



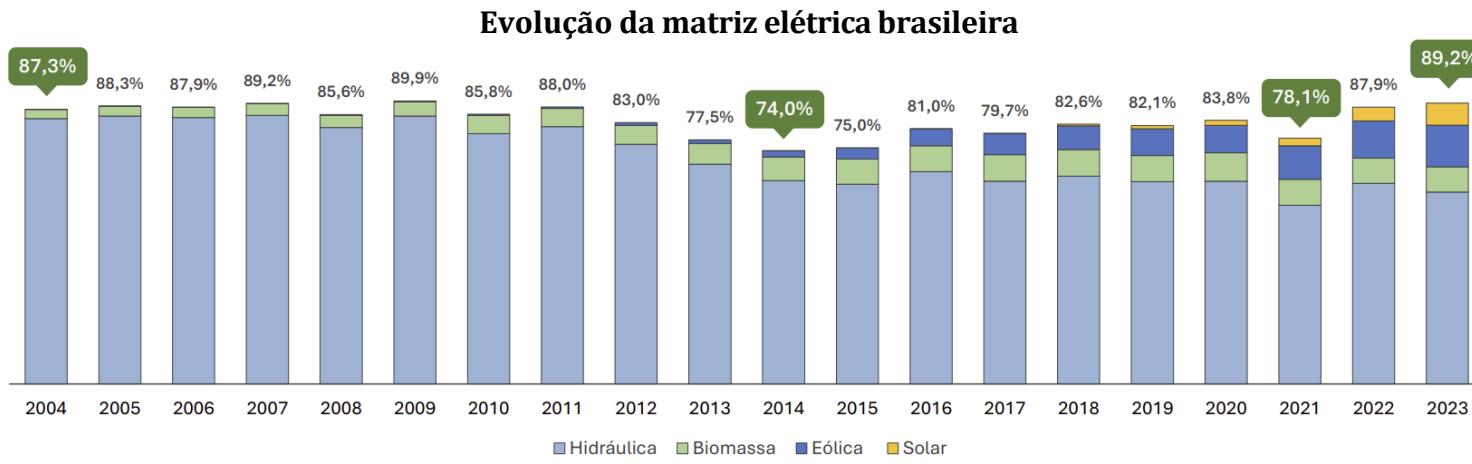
Emissões nacionais de CO₂eq relacionadas à energia por setor



Em 2023, houve um aumento de 0,8% nas emissões de CO₂ associadas à matriz energética brasileira comparado a 2022.

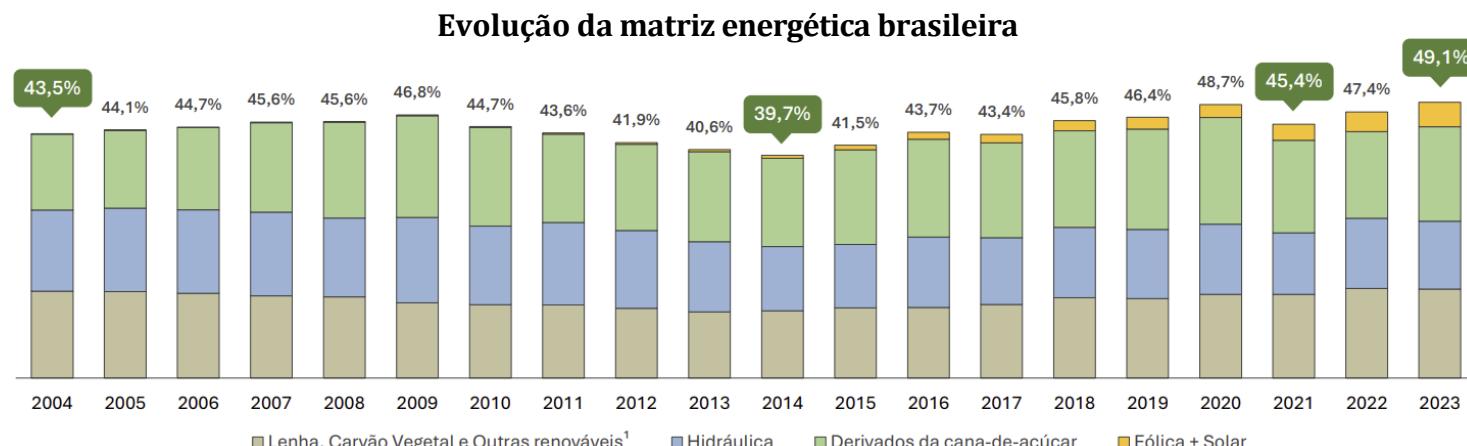
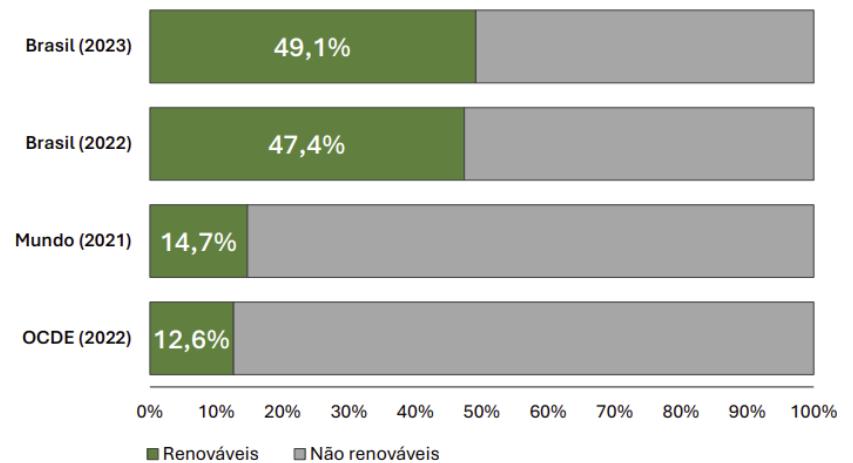
Matriz Energética e Elétrica do Brasil

Nos últimos 20 anos, a **participação das fontes renováveis** manteve um patamar elevado tanto na matriz elétrica quanto na matriz energética



Participação das renováveis na OIE

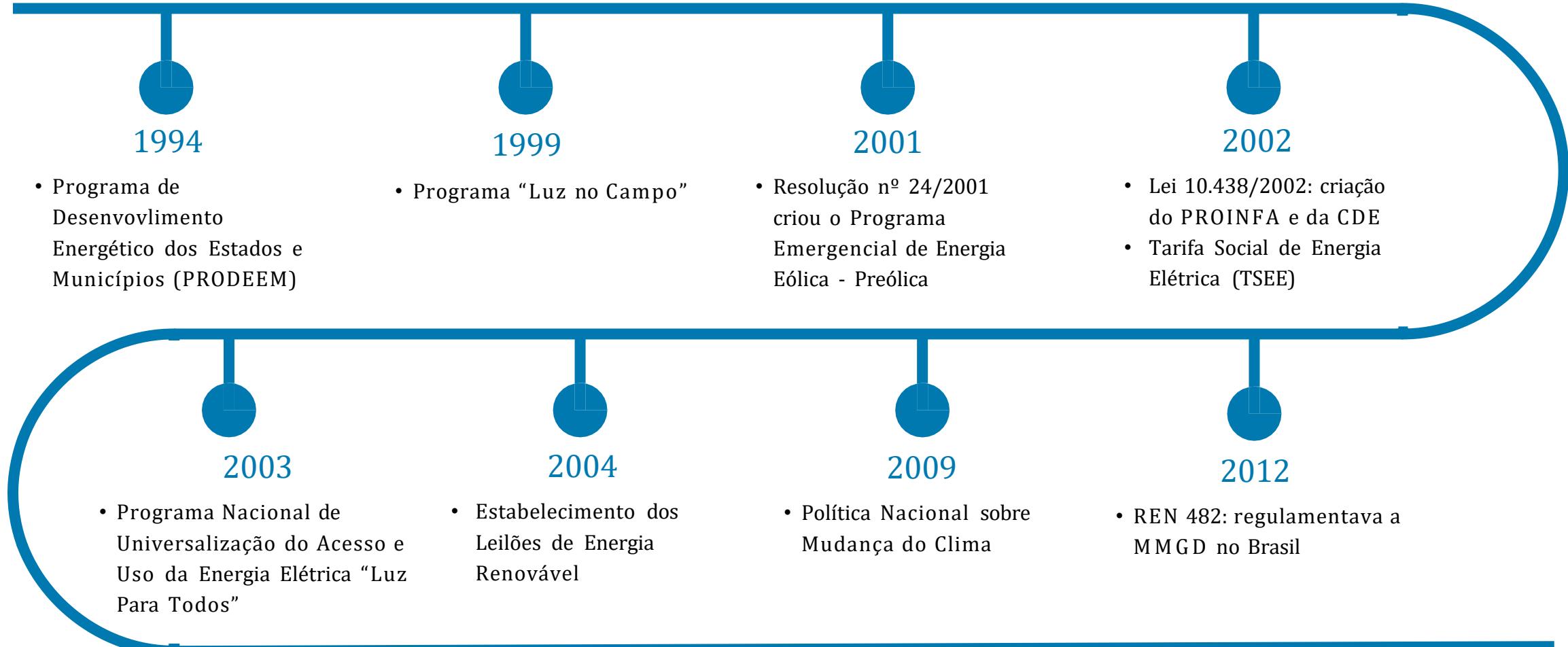
Fonte: Agência Internacional de Energia (AIE) e EPE para o Brasil. Elaboração: EPE



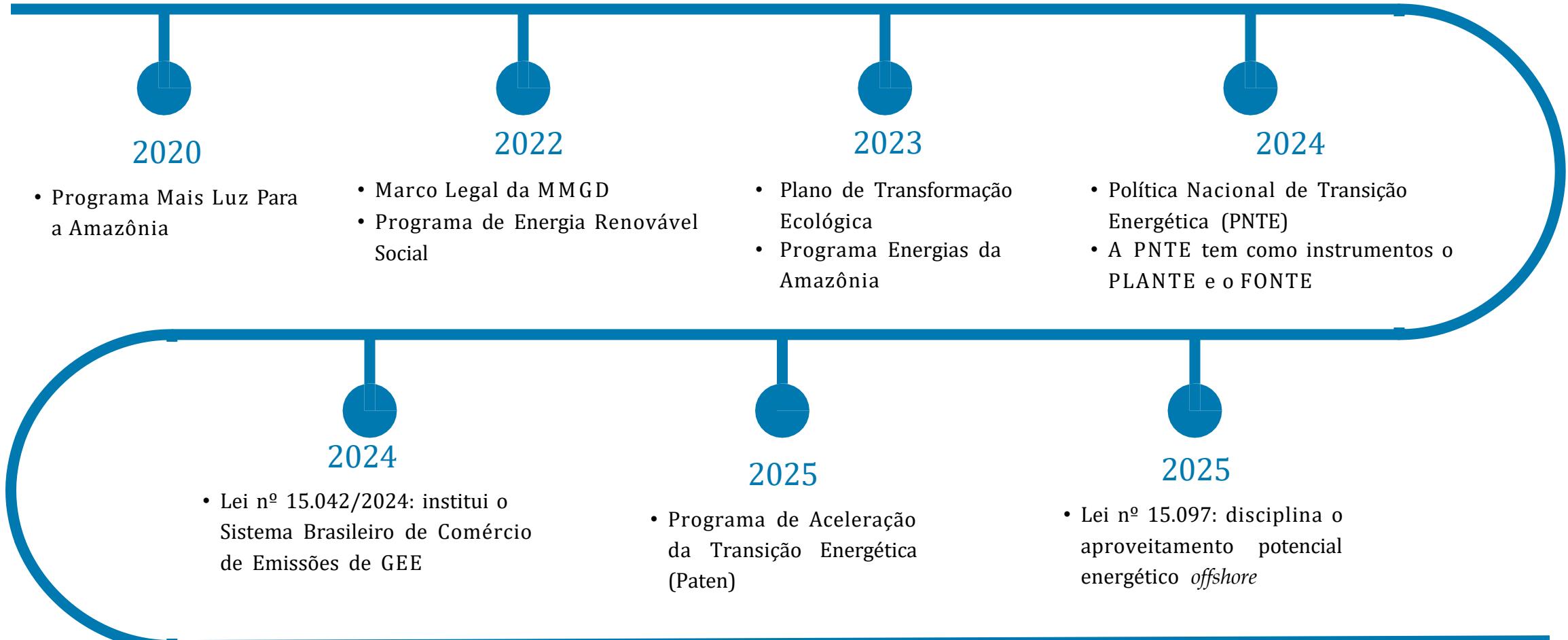
Fonte: EPE (2024) – Balanço Energético Nacional

Mas com uma diversificação com o aumento da oferta de biomassa e principalmente eólica e solar.

HISTÓRICO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL



Resumo histórico das Políticas Públicas da TRANSIÇÃO ENERGÉTICA no BRASIL

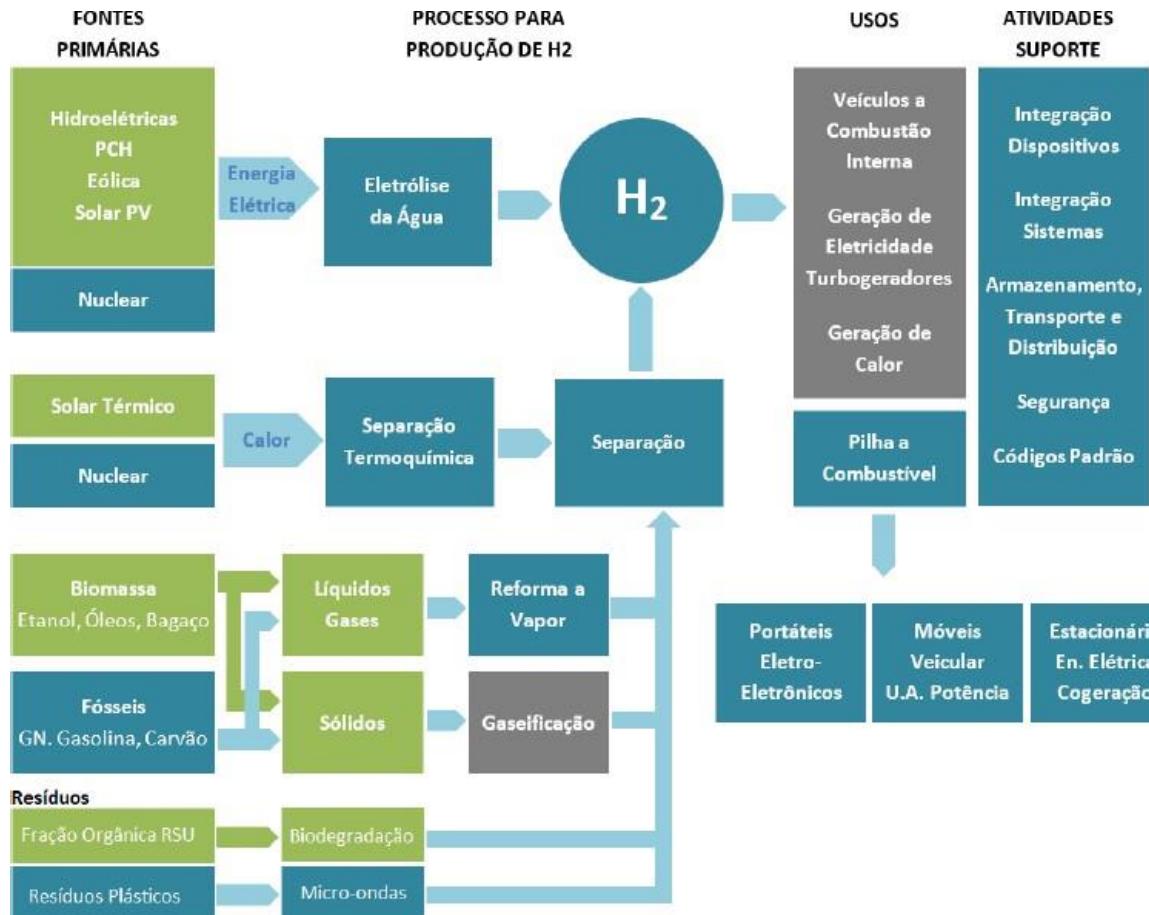


Perspectivas para o hidrogênio de baixo carbono



Hidrogênio e a transição energética

Cadeia de valor do Hidrogênio

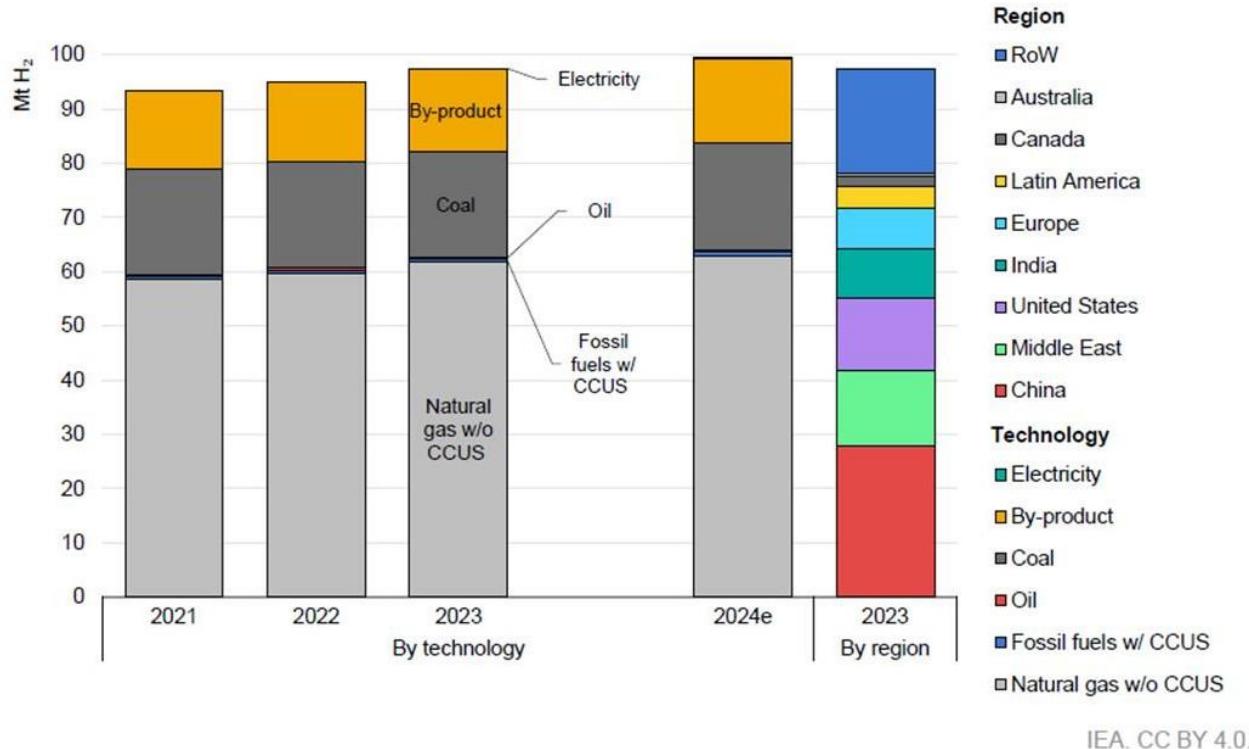


O hidrogênio pode oferecer uma **solução para setores de difícil eletrificação**, devido a versatilidade de produção e potencial como carregador e armazenador de energia

Estudos da IEA estimam que **até 2030, 70% do consumo de hidrogênio será de baixo carbono, chegando a 98% em 2050**.

Estima-se que, **em 2050, o H₂ atenda de 12% a 18% da demanda energética mundial**.

Produção

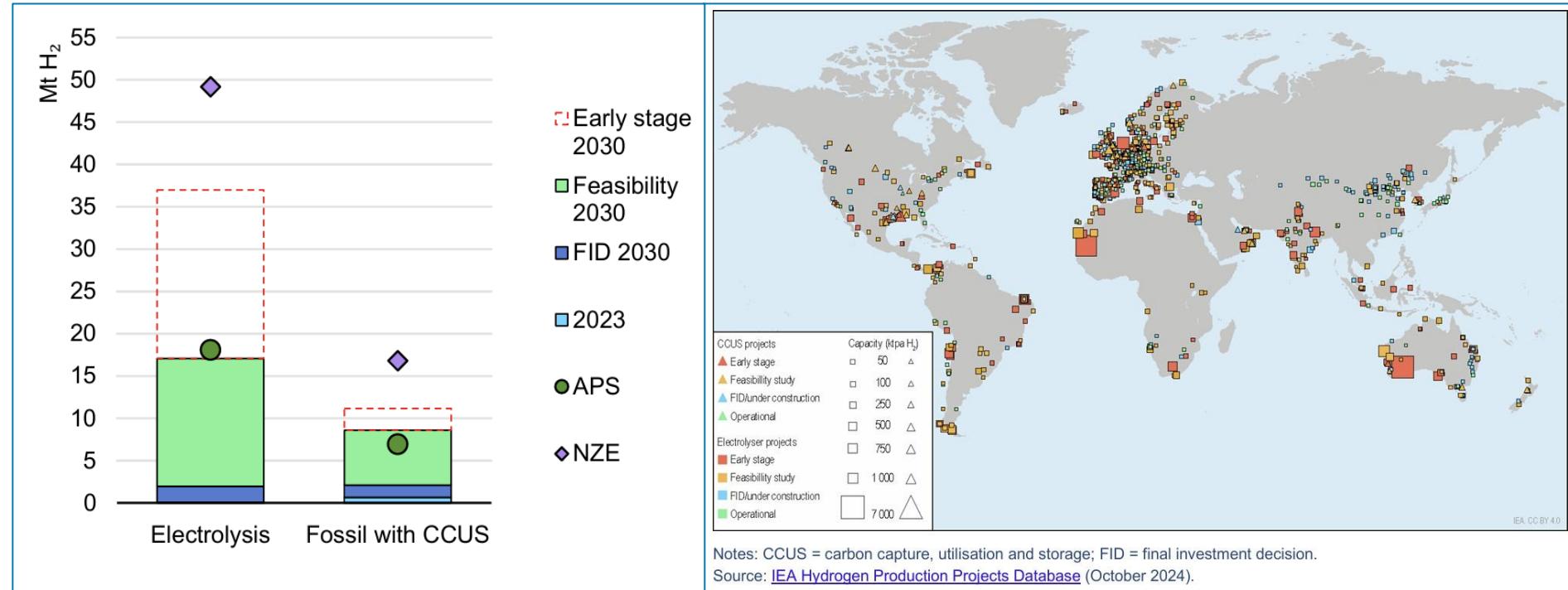


Notes: By-product hydrogen from the chlor-alkali industry is not included. CCUS = carbon capture utilisation and storage; RoW = rest of world; 2024e = estimate for 2024. The estimated value for 2024 is a projection based on trends observed until June 2024.

- ❑ Produção global atingiu **97 Mt** em 2023, com menos de **1%** sendo para H₂ de baixo carbono (H₂BC);
- ❑ Potencial para atingir **49 Mtba de H₂BC** até **2030** com base em projetos anunciados;
- ❑ Maior parte da produção ainda baseada em **combustíveis fósseis sem abatimento de emissões**;
- ❑ **China** é a maior produtora global, concentrando **quase 30%** da produção global.

Panorama dos projetos de Hidrogênio

Apesar do aumento no número de projetos anunciados para hidrogênio de baixo carbono, alguns enfrentaram ajustes no cronograma de FID ou foram reavaliados em 2023 devido a desafios do setor.



- Mais de 45% dos projetos estão na fase de estudo de viabilidade
- Uma parcela similar está em estágio inicial
- Apenas 7% já tem FID ou estão em construção
- 55% dos projetos são de produção do H₂ via eletrólise da água

A Economia do H2 no Brasil

- Urgência da Descarbonização
- Criação de alternativas para transição e segurança para as empresas; Resiliência com eficiência econômica; conformidade ambiental; desenvolvimento econômico.
- Segurança Energética e Estabilidade Geopolítica.
- Oportunidade de *Powershoring* e Competitividade: Países com vantagens em energia renovável podem atrair indústrias intensivas em energia.

Industrialização Verde do Brasil

✓ Metas de Descarbonização e ESG

A industrialização verde é relevante para alcançar as metas de descarbonização do Brasil.

Grandes indústrias localizadas no país → práticas ESG.

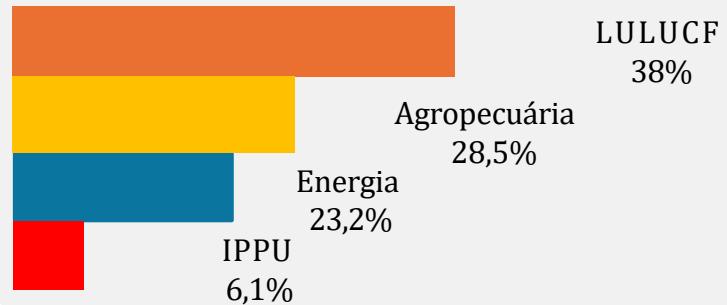
✓ Produtos Verdes de Alto Valor Agregado

Oferta de produtos verdes de alto valor agregado no mercado global. Potencial para a construção dos chamados hubs de hidrogênio.

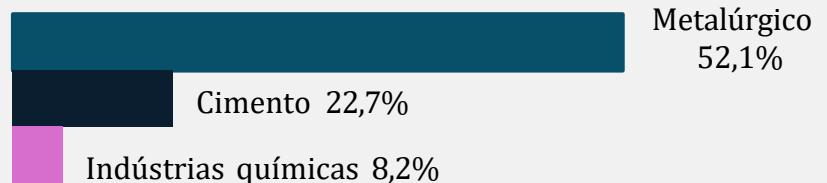
✓ Investimento e Emprego

A industrialização verde expande investimentos, emprego e renda no Brasil.

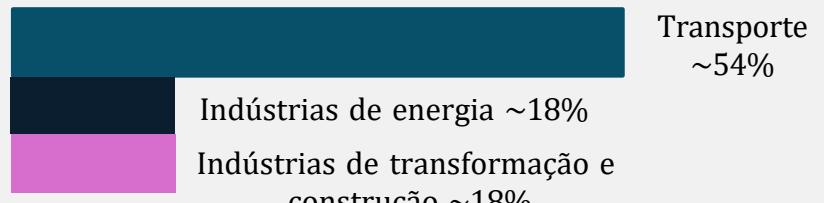
Maiores emissores do país



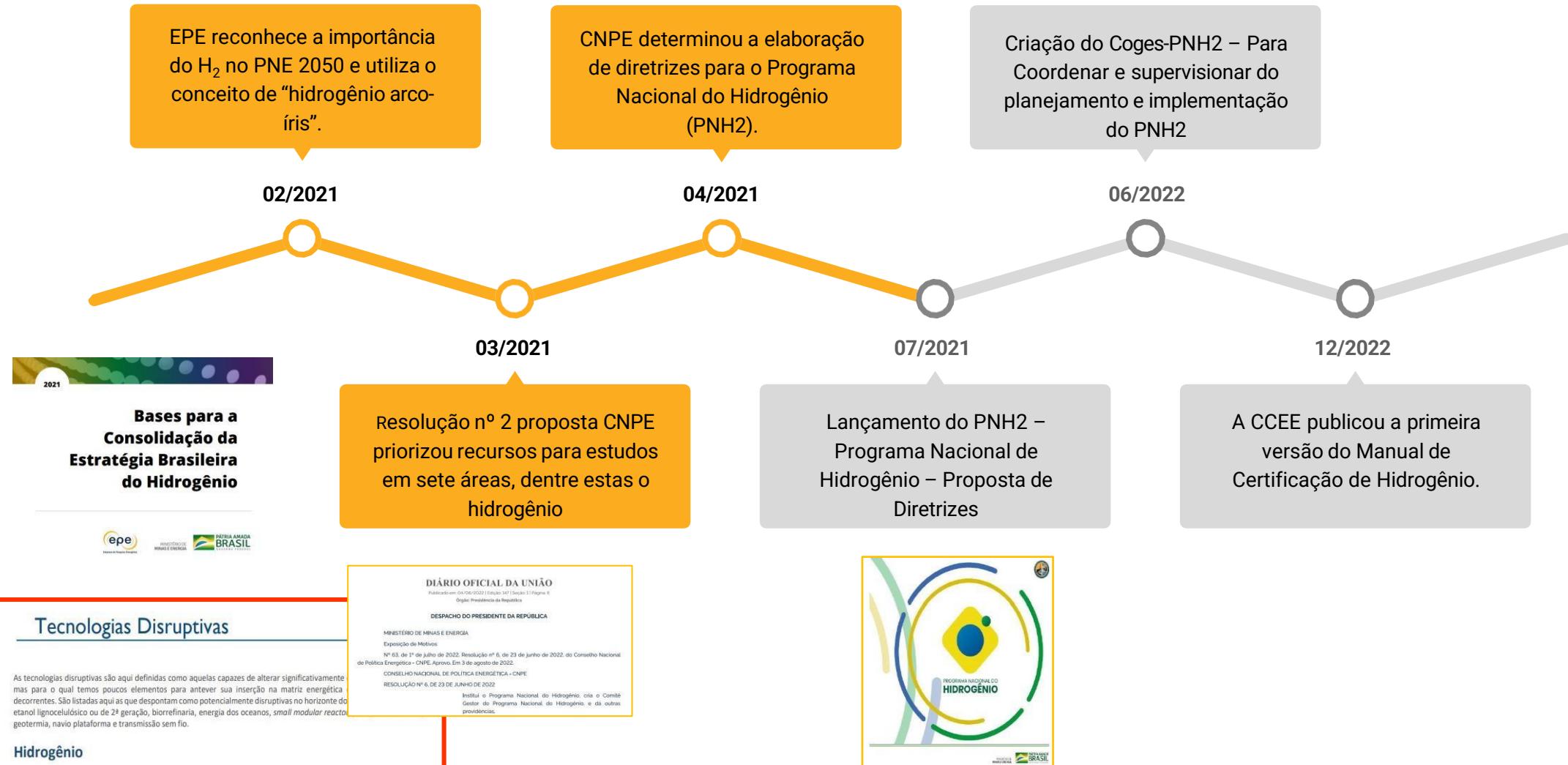
Maiores emissores no setor Industrial (IPPU)



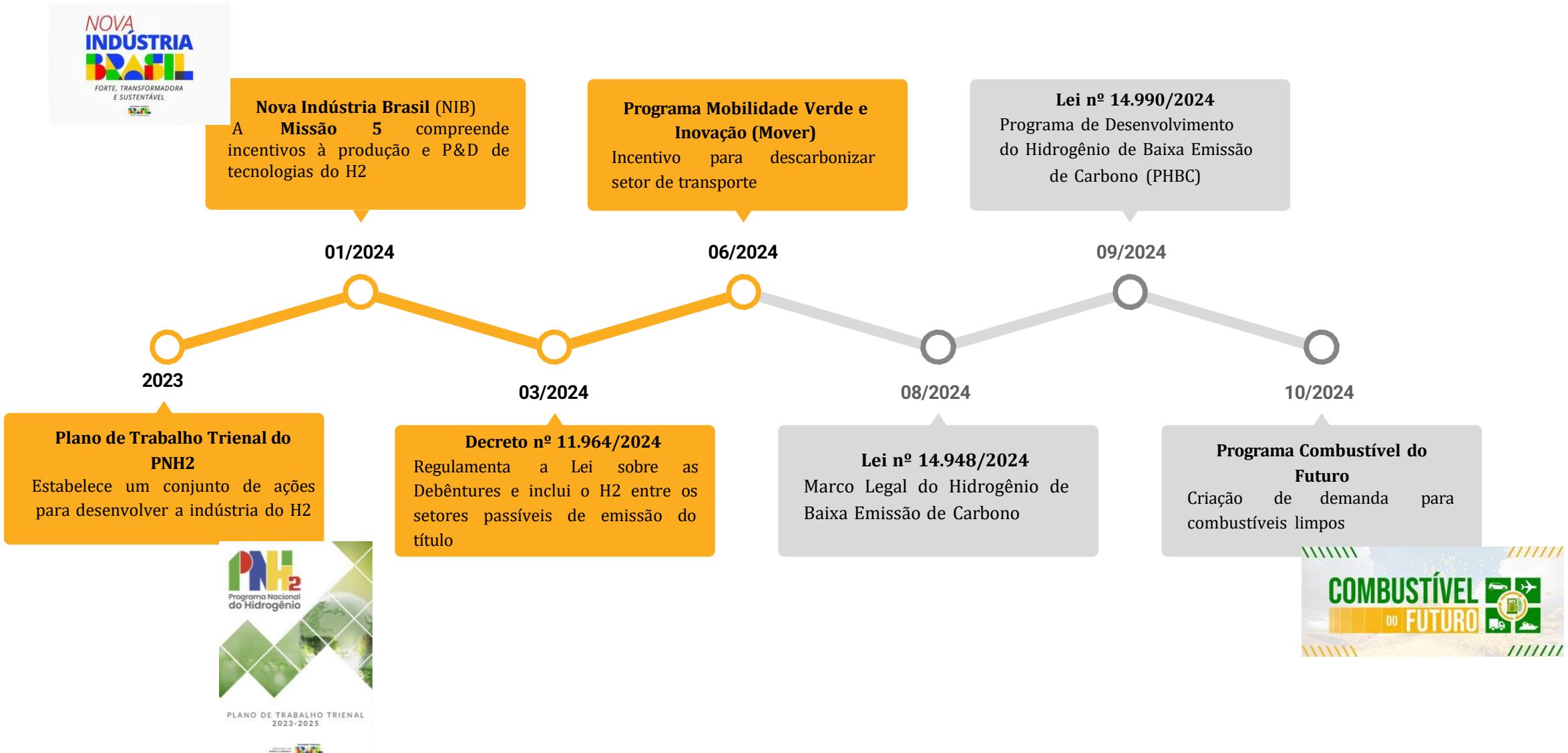
Maiores emissores no setor energético



Trajetória e iniciativas para o hidrogênio



Trajetória e iniciativas para o hidrogênio



Considerações Finais

1. Em nível mundial, observa-se um crescimento surpreendentemente rápido de energia de baixo carbono. O abandono dos combustíveis fósseis tem sido mais lento do que o esperado, enquanto que a demanda por energia aumenta rapidamente.
2. O Brasil tem consolidado a transição energética através da implementação de um arcabouço regulatório robusto;
3. Apesar dos avanços recentes, ainda há diversos desafios e barreiras a serem superados:
 - i. Coordenar esforços entre setores públicos e privados;
 - ii. Incentivar investimentos em P&D;
 - iii. Superar barreiras técnicas e financeiras;
 - iv. Necessidade do desenvolvimento da oferta, demanda e infraestrutura;
4. A economia do hidrogênio ainda é nascente e por isso enfrenta liquidez limitada, assimetria de informação, altos custos de transação e diversas barreiras de entrada;
5. Os projetos ainda sofrem com: baixa demanda de H₂, dificuldades de financiamento, incertezas regulatórias, desafios operacionais e tecnológicos;
6. A promoção de um diálogo aberto e colaborativo entre os stakeholders é essencial.