

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



Projetos de P&D e Consultorias



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



Eventos realizados desde abril de 2021



Artigos de opinião publicados desde novembro de 2020



Publicações semanais

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



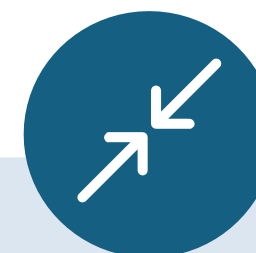
Redução da
dependência de
combustíveis
fósseis



Redução da
participação das
UHE na matriz
elétrica

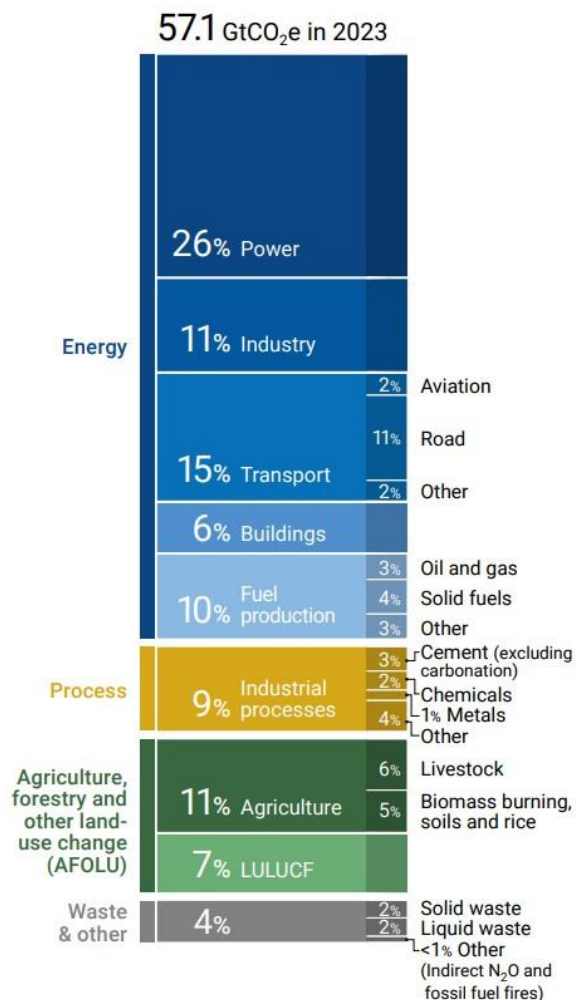


Diversificação
da matriz
energética:
Eletrificação



Reduzir
processos de
desigualdade
econômica e
ambiental

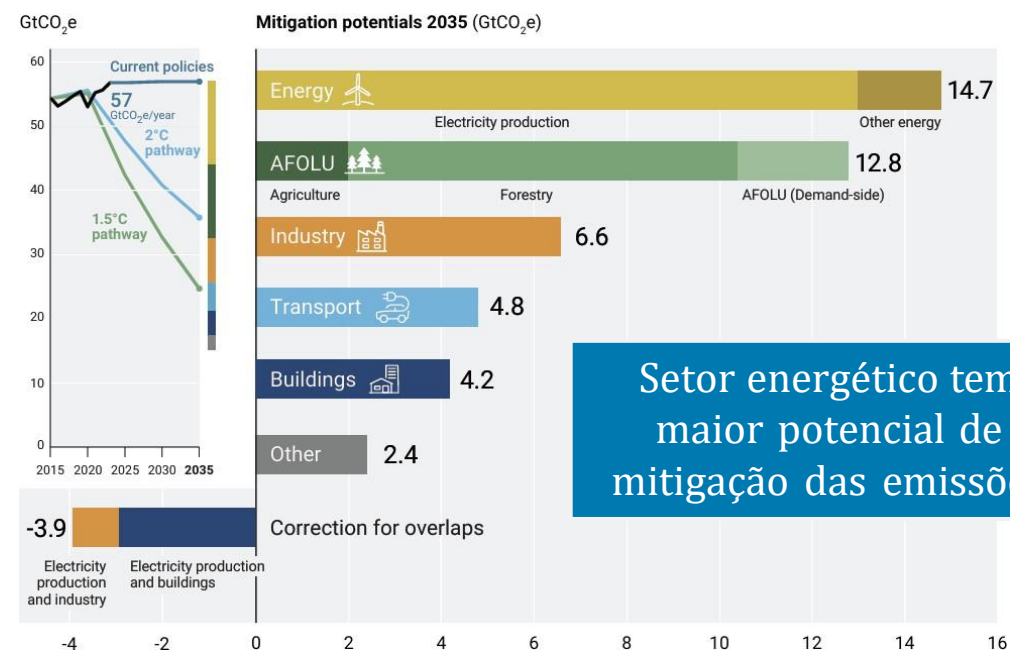
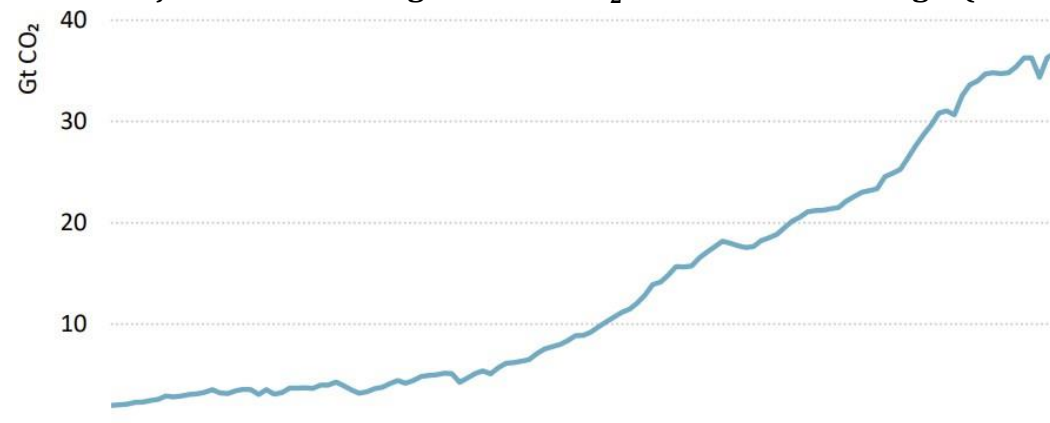
Panorama global das emissões de gases de efeito estufa



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%)**.

Evolução das emissões globais de CO₂ relacionadas à energia (1900-2023)

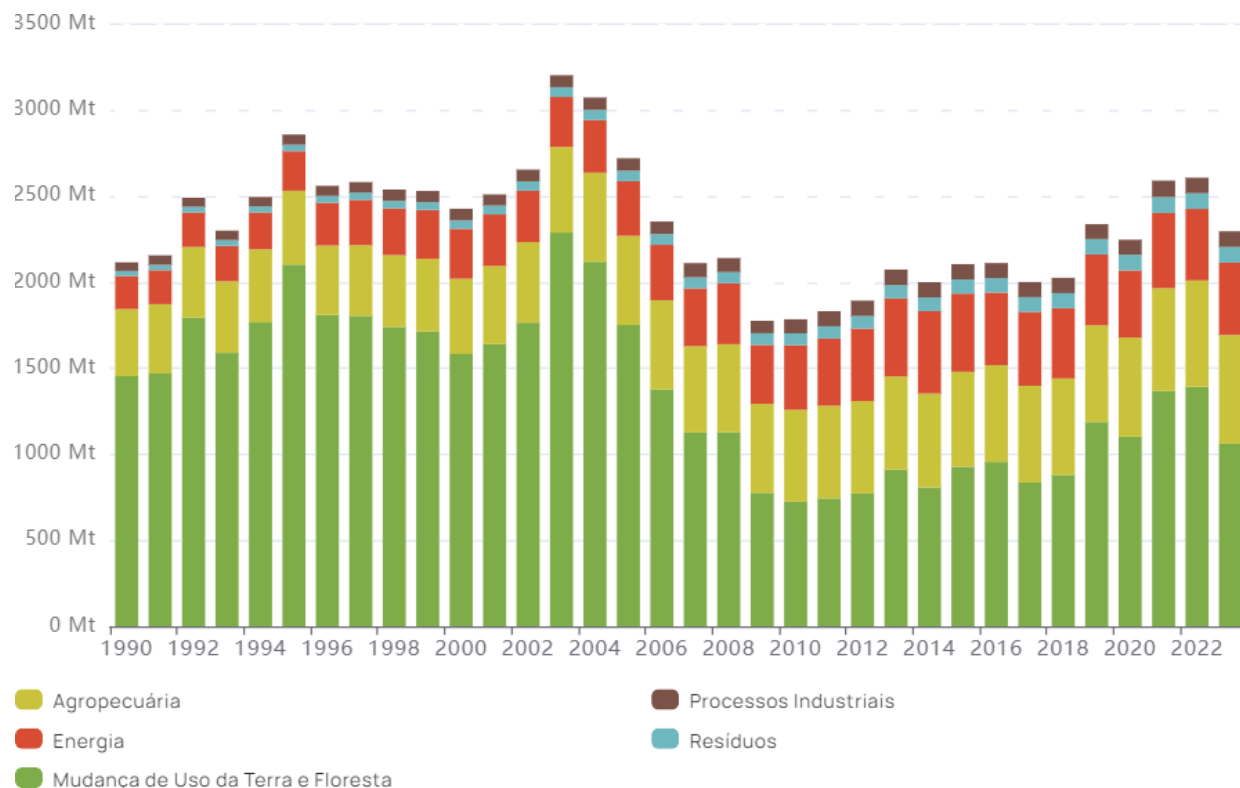


Setor energético tem maior potencial de mitigação das emissões

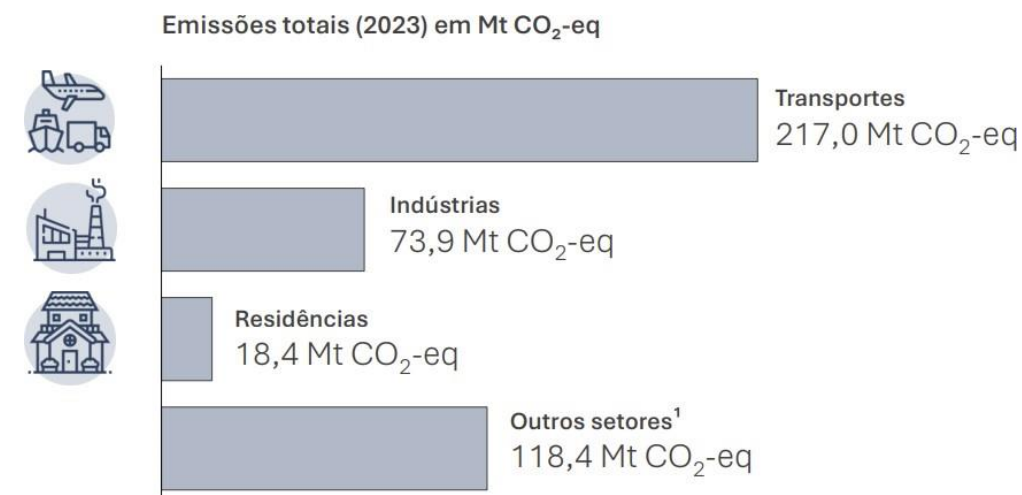
Panorama nacional das emissões de gases de efeito estufa

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 CO_{2eq} de 1990 a 2023



Emissões nacionais de CO_{2eq} relacionadas à energia por setor

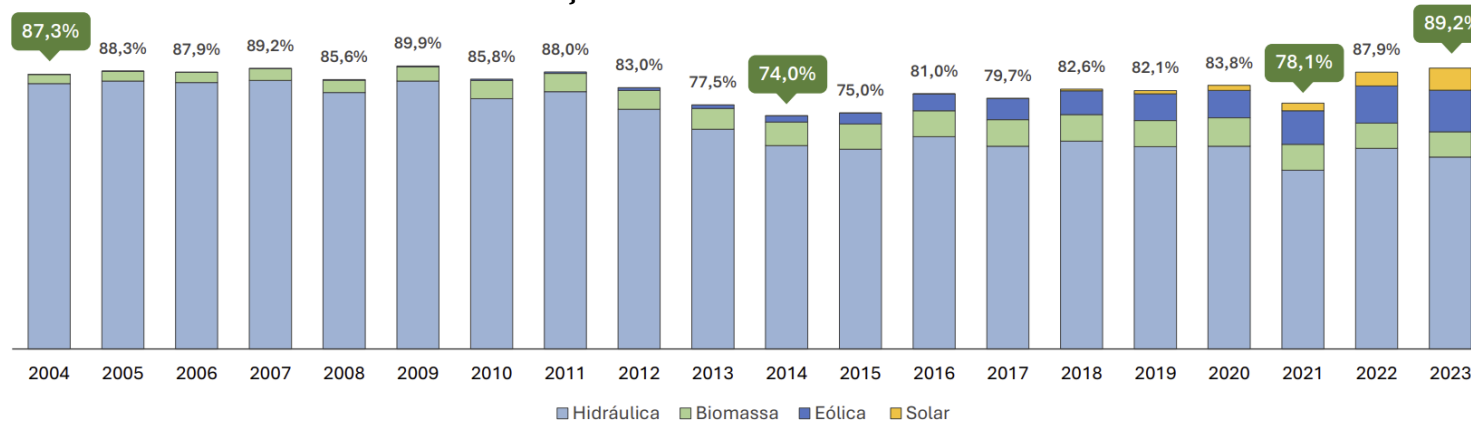


Em 2023, houve um aumento de 0,8% nas emissões de CO₂ associadas à matriz energética brasileira comparado a 2022.

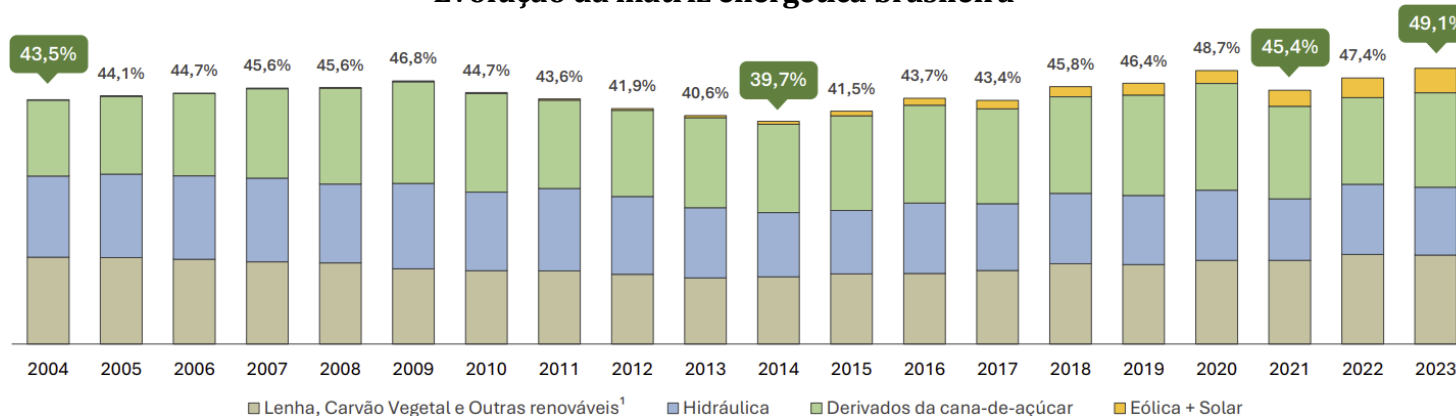
Matriz Energética e Elétrica do Brasil

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

Evolução da matriz elétrica brasileira

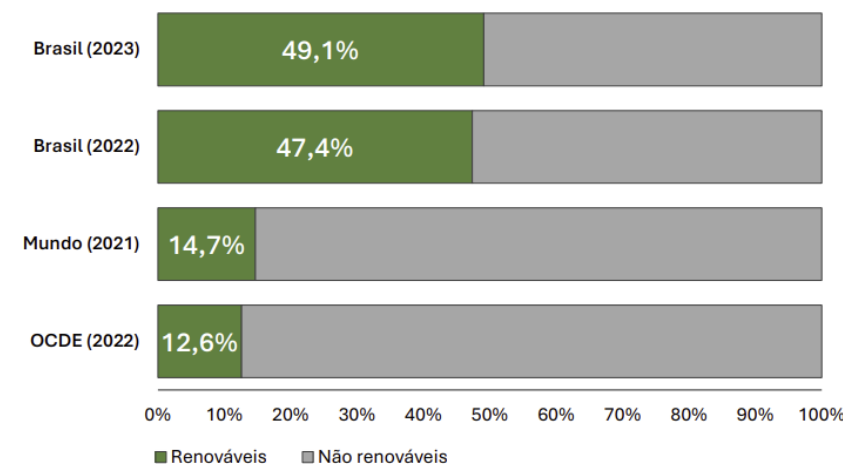


Evolução da matriz energética brasileira



Participação das renováveis na OIE

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



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

1994

- Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM)

1999

- Programa “Luz no Campo”

2001

- Resolução nº 24/2001 criou o Programa Emergencial de Energia Eólica - Preólica

2002

- Lei 10.438/2002: criação do PROINFA e da CDE
- Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE)

2003

- Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica “Luz Para Todos”

2004

- Estabelecimento dos Leilões de Energia Renovável

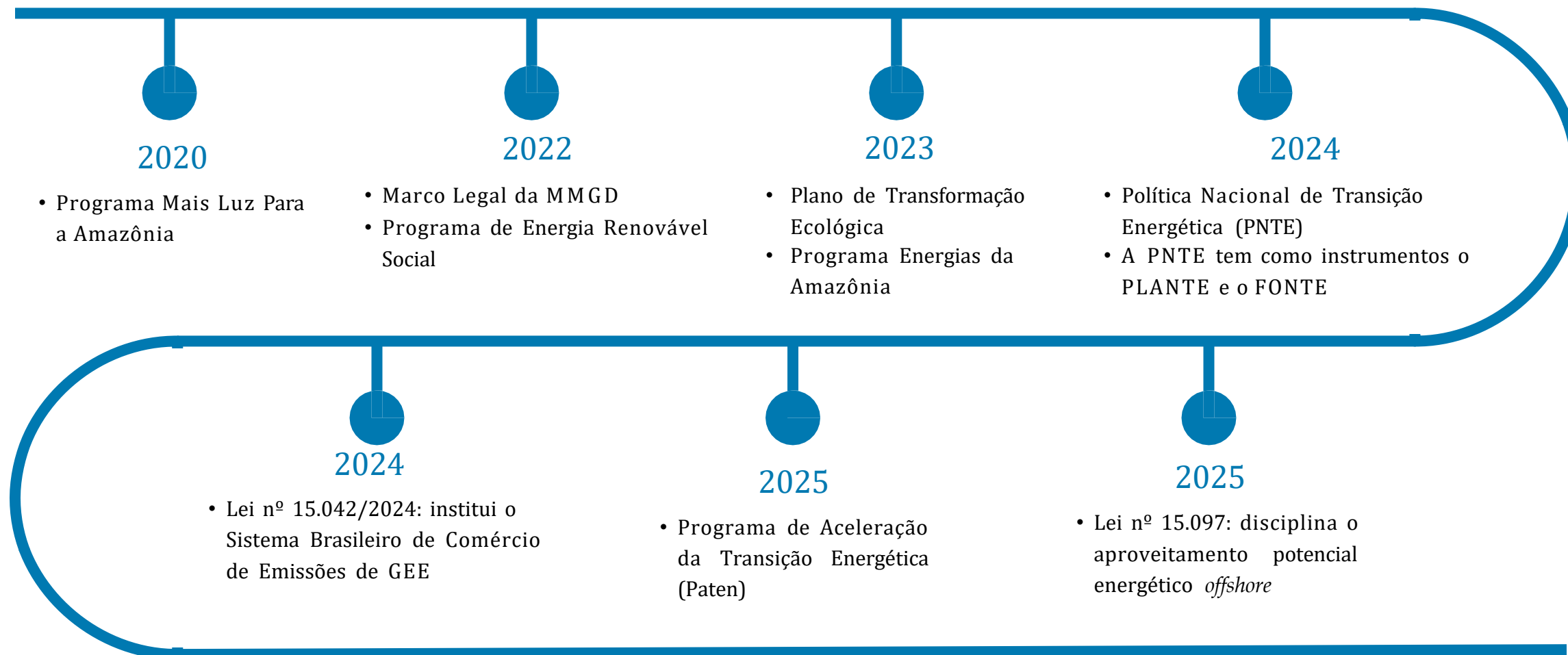
2009

- Política Nacional sobre Mudança do Clima

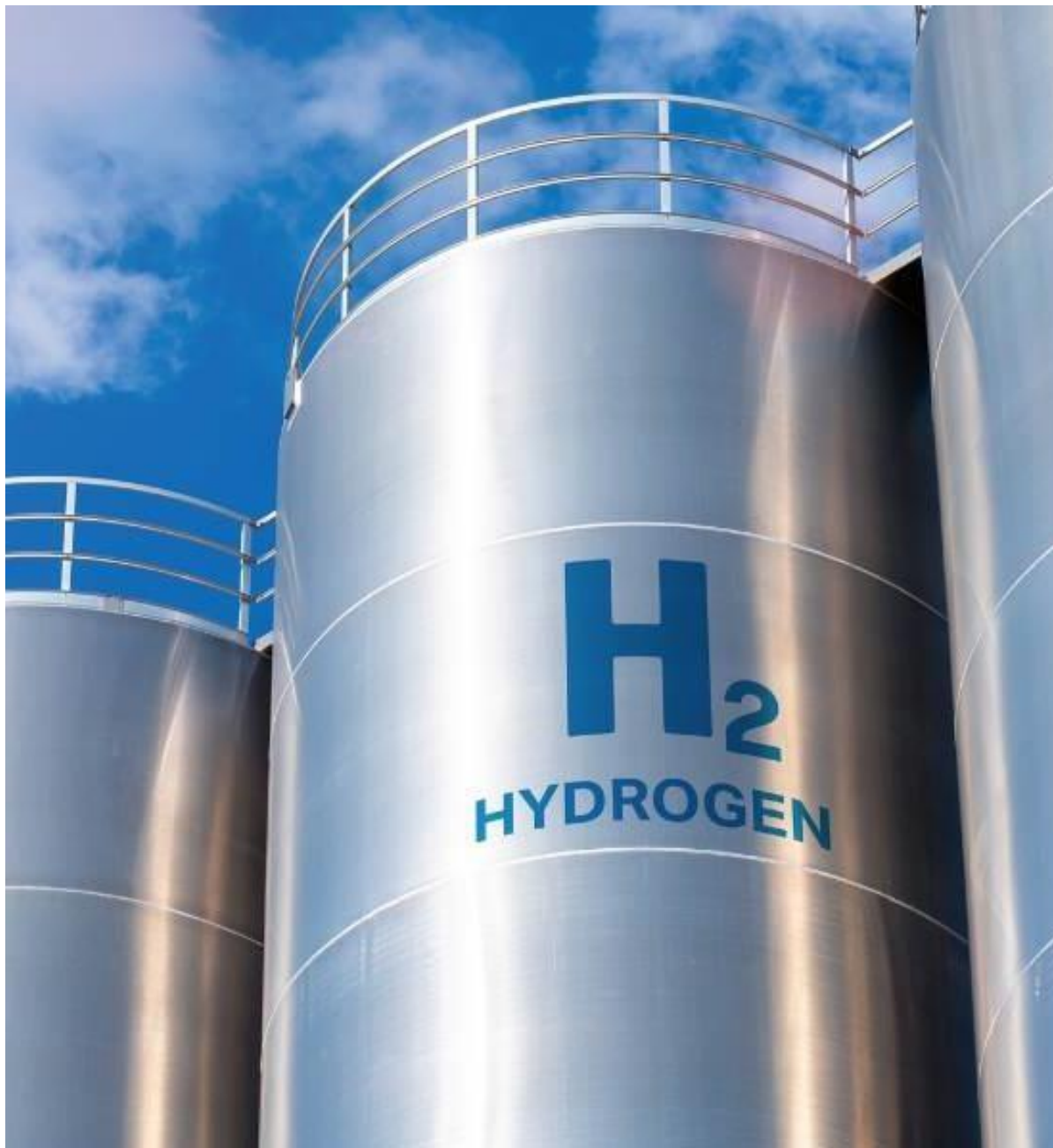
2012

- REN 482: regulamentava a MMGD no Brasil

Resumo histórico das Políticas Públicas da TRANSIÇÃO ENERGÉTICA no BRASIL

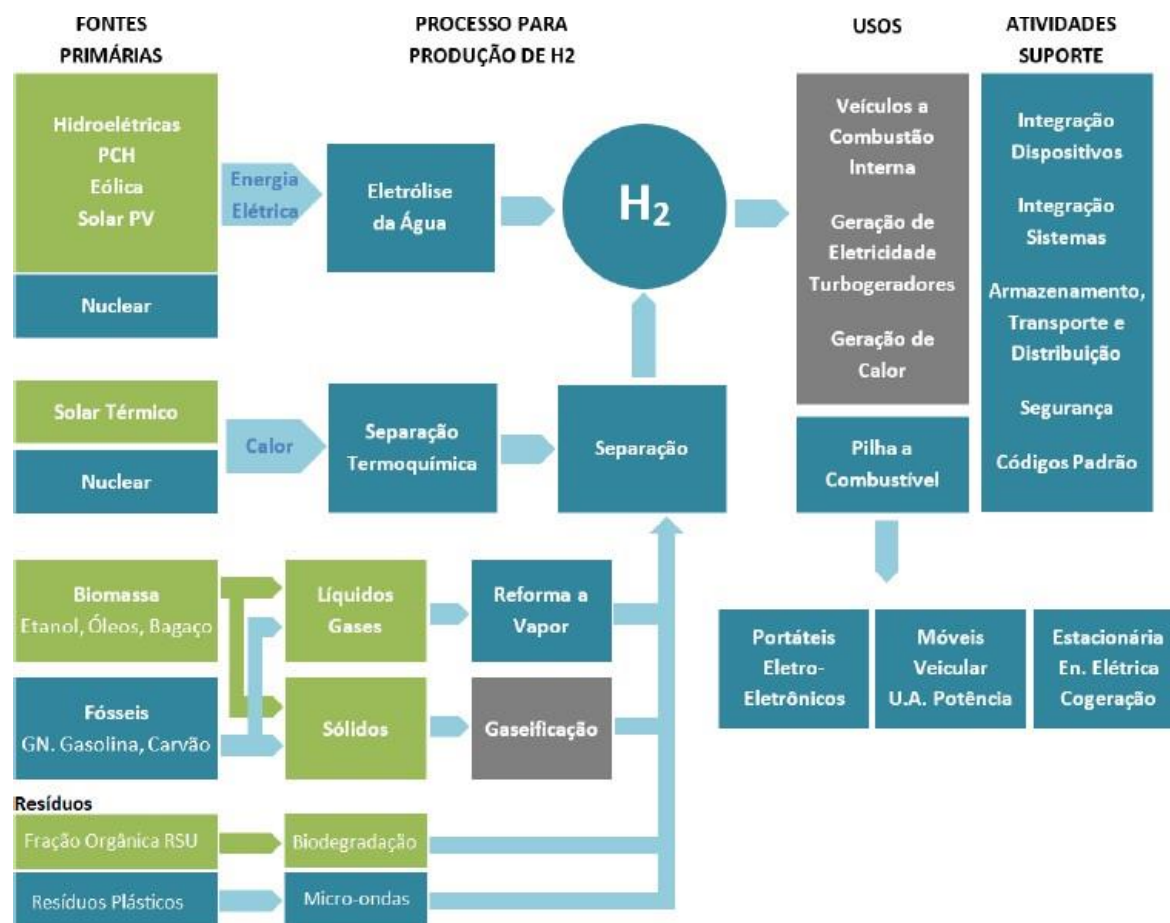


Perspectivas para o hidrogênio de baixo carbono



Hidrogênio e a transição energética

Cadeia de valor do Hidrogênio

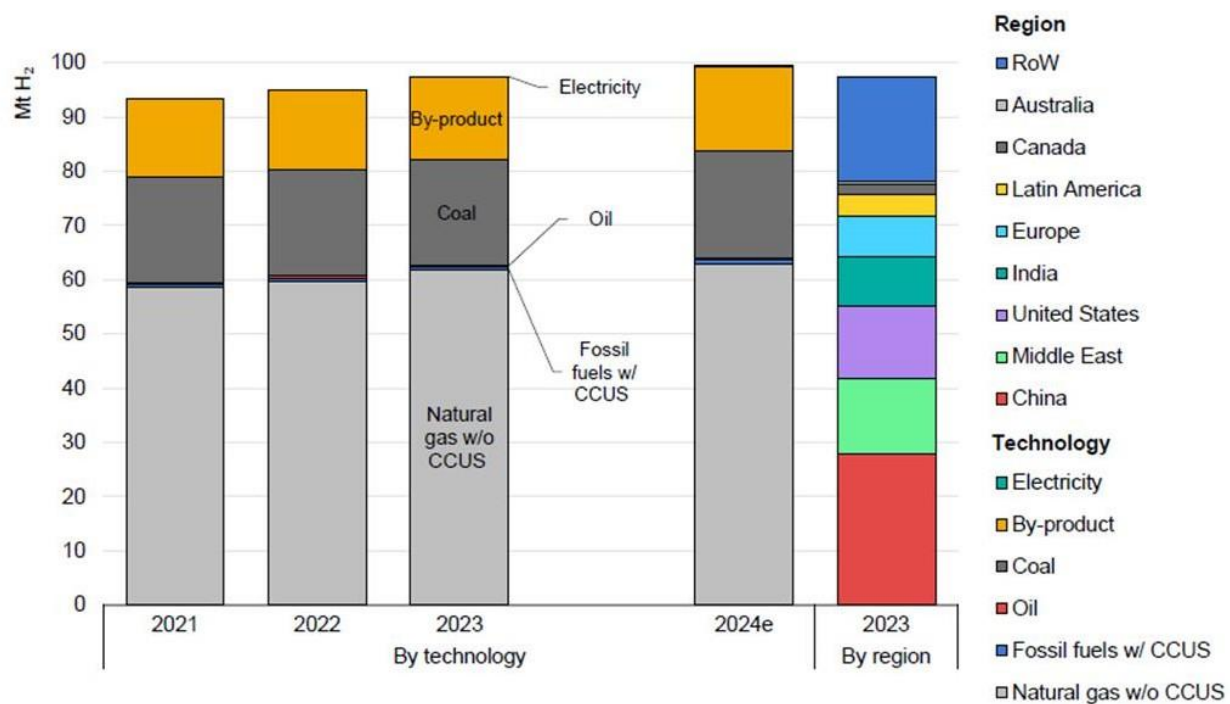


O hidrogênio pode oferecer uma **solução para setores de difícil eletrificação**, devido a versatilidade de produção e potencial como carregador e armazenador de energia

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



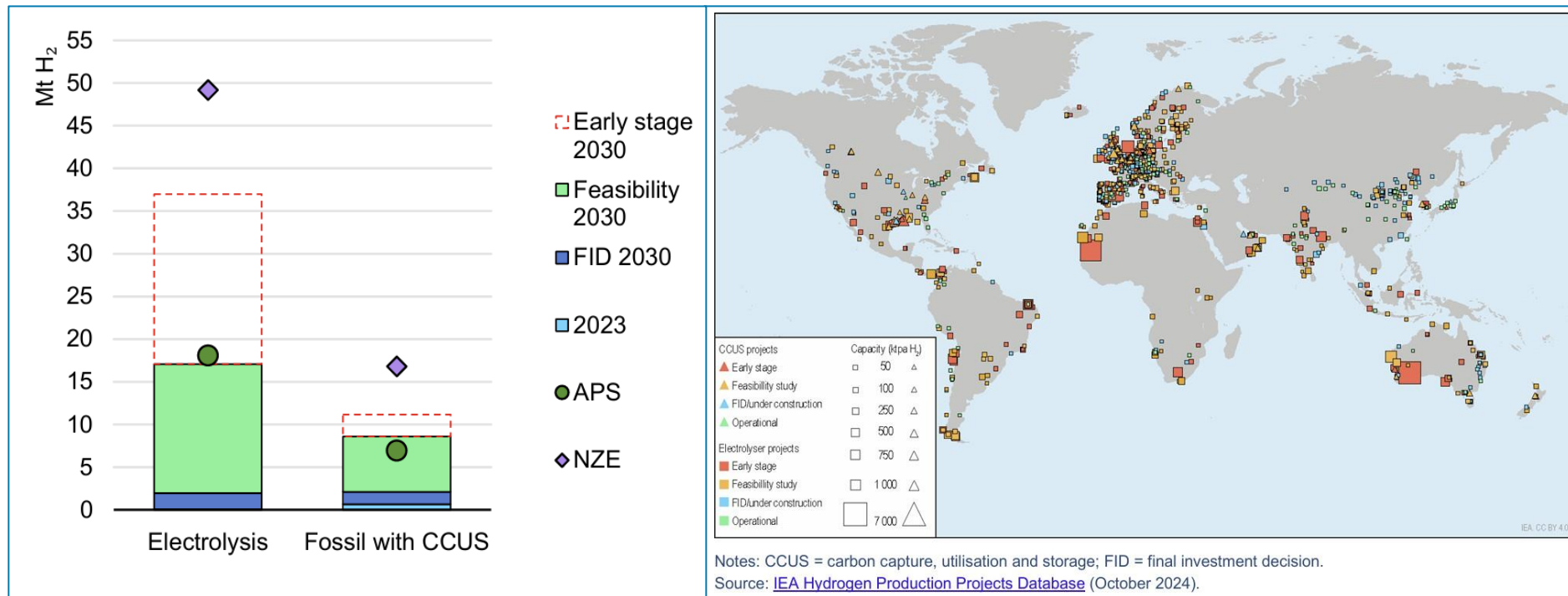
IEA. CC BY 4.0.

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
- Apenas 7% já tem FID ou estão em construção
- Uma parcela similar está em estágio inicial
- 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.

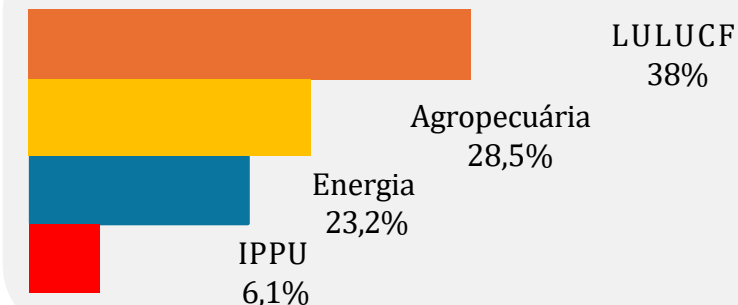
✓ Produtos Verdes de Alto Valor Agregado

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.

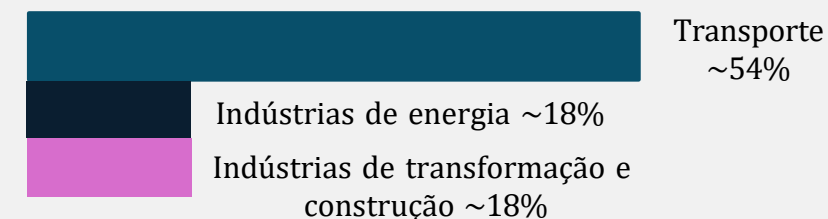
Maiores emissores do país



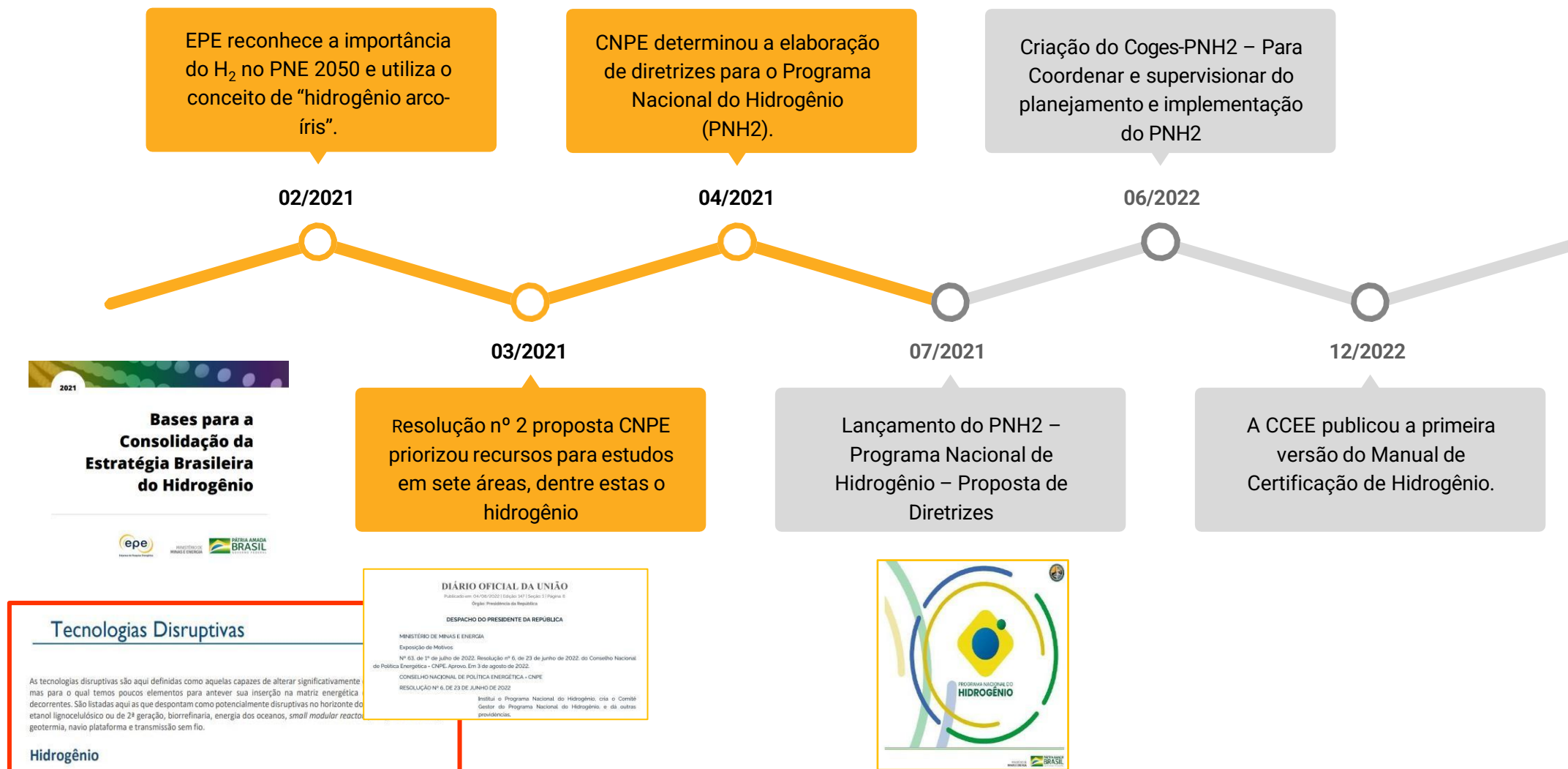
Maiores emissores no setor Industrial (IPPU)



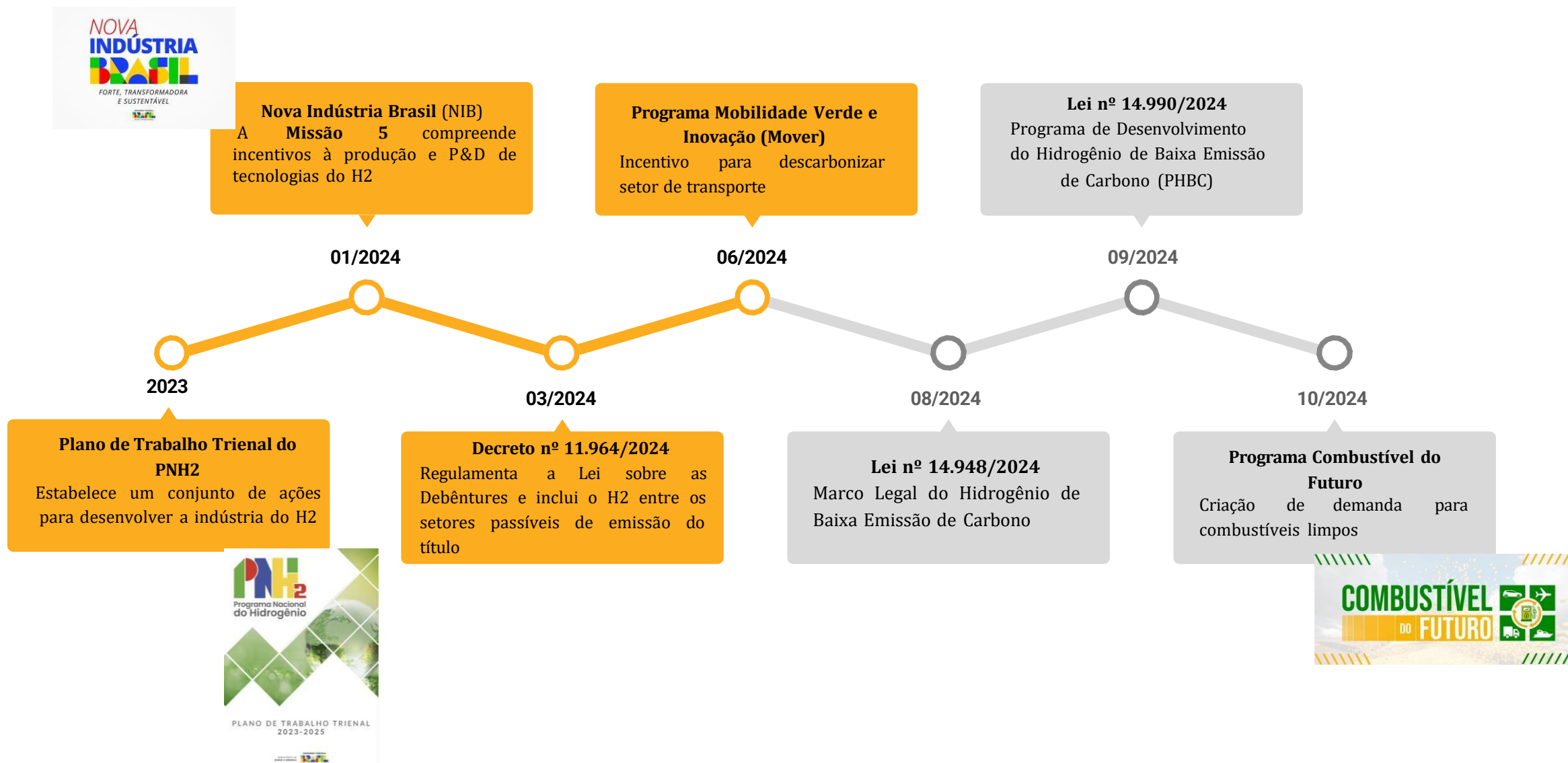
Maiores emissores no setor energético



Trajetória e iniciativas para o hidrogênio



Trajetoória 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.