

Hidrogênio Renovável

Uma das rotas para descarbonizar o transporte

Confederação Nacional do Transporte

Erica Marcos | Gerente Executiva Ambiental

16 de agosto de 2023

CNT | Confederação
Nacional do
Transporte

CNT / SEST SENAT / ITL
— Sistema Transporte —



Agenda



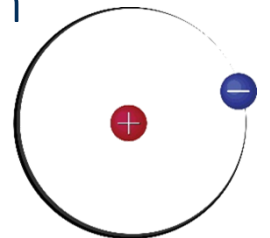
- O que é o hidrogênio?
- Aplicações do hidrogênio e rotas de produção
- Classificação do hidrogênio
- Legislação vigente
- Aplicações no modo rodoviário
- Vantagens x desafios



O que é o hidrogênio (H_2)?



- O **hidrogênio** (H_2) pode ser encontrado na forma combinada com outros elementos como é o caso da água ou na sua forma pura como nas jazidas, bacias da superfície terrestre
- O seu processo de extração **é complexo**. Há raros casos em que pode ser encontrado na sua forma natural em formações geológicas
- Seu átomo é composto por apenas um próton e um elétron
 - ↳ Elemento químico mais leve do universo
 - ↳ Alta densidade energética: muita energia por kg



Aplicações do hidrogênio (H_2)

- Produção de amônia (segmento de fertilizantes NH_3) —●—
- Produção de metanol (combustível marítimo) —●— CH_3OH
- Refinarias de petróleo e siderúrgicas —●—
- Indústria de alimentos —●—
- Geração de eletricidade residencial ou industrial —●—
- Combustível para os modos rodoviário, aéreo, ferroviário e marítimo —●—



CH_3OH

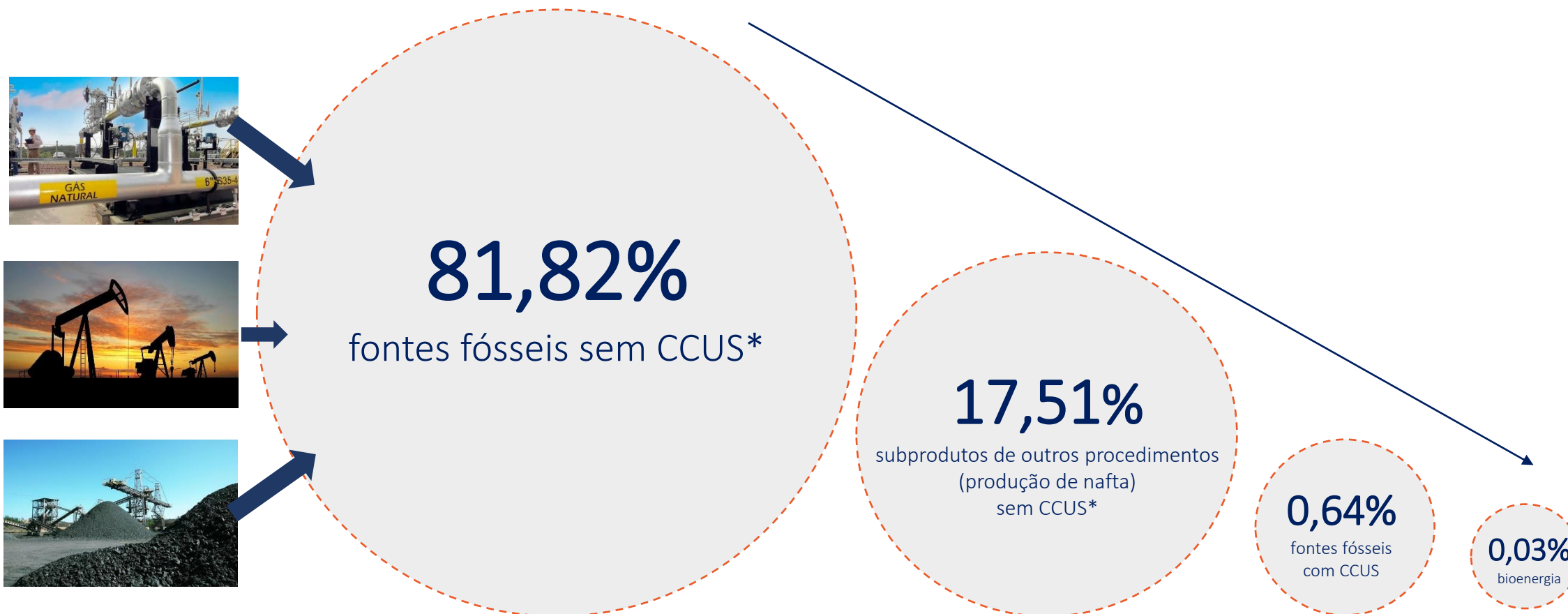


CNT



Rotas de produção mundial do hidrogênio

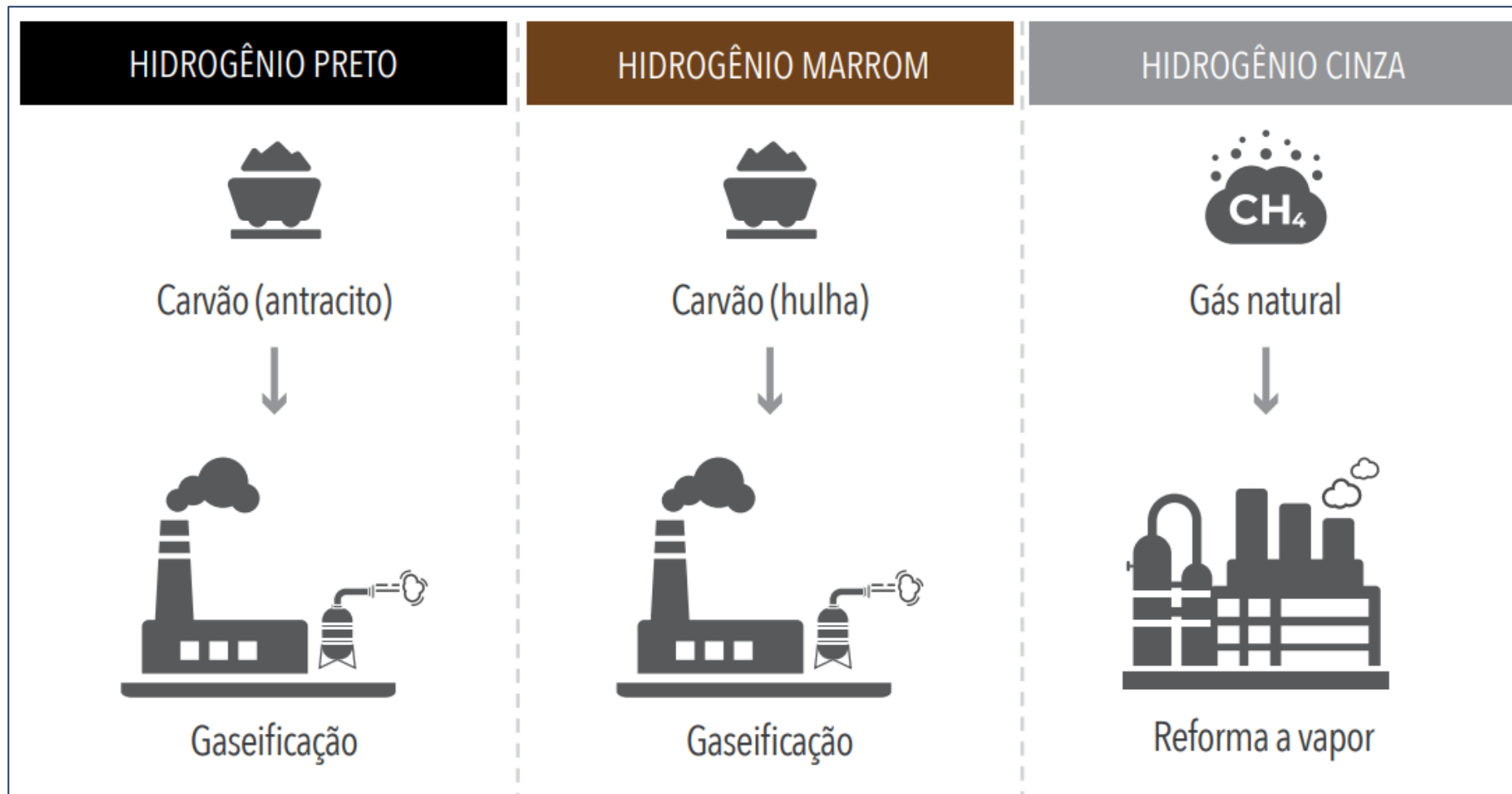
CNT



Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; IEA (2022)

*CCUS = captura, utilização e armazenamento de carbono

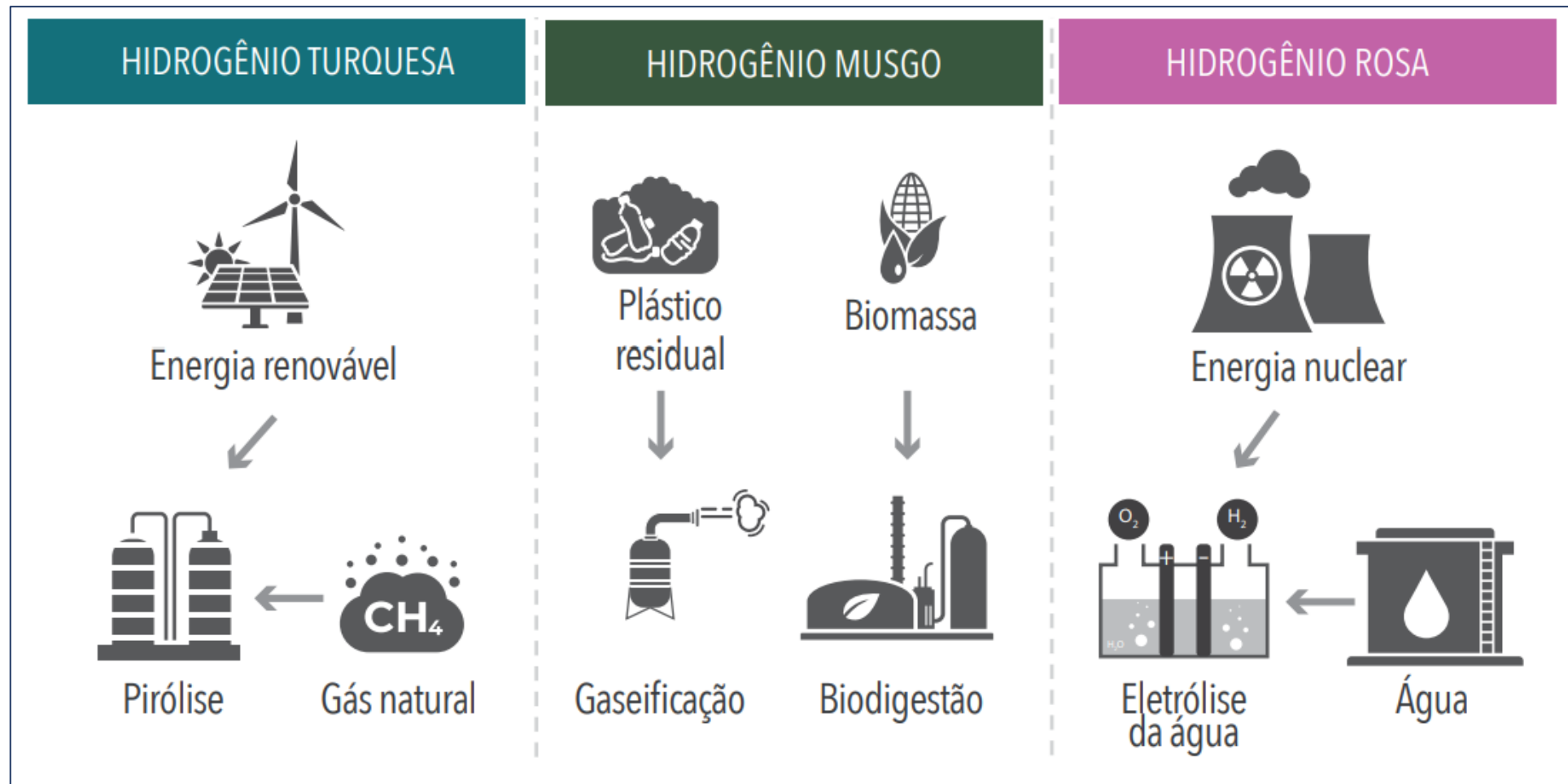
Classificação do hidrogênio por cor



Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; EPE (2022).

Classificação do hidrogênio por cor

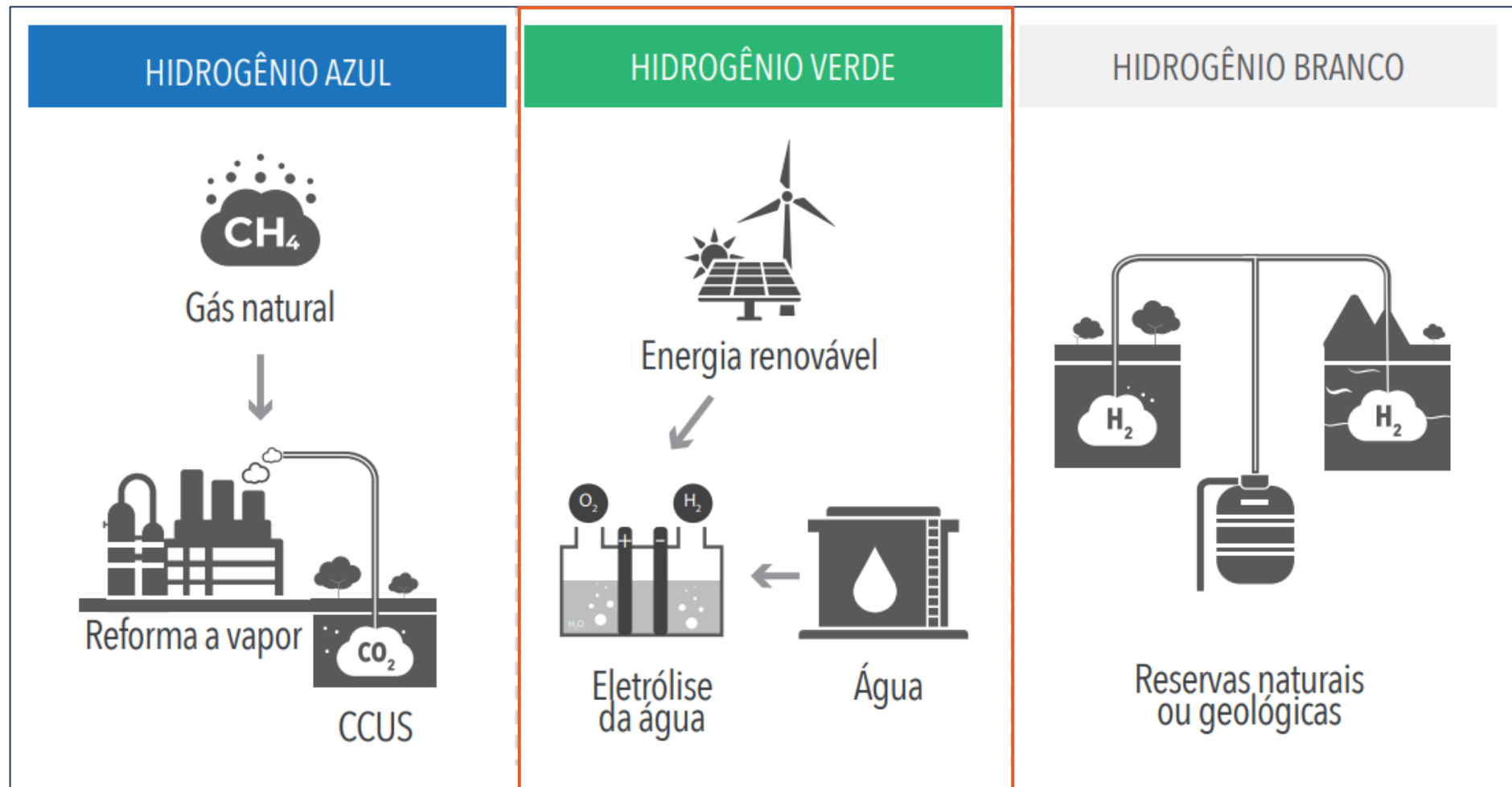
CNT



Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; EPE (2022).

Classificação do hidrogênio por cor

CNT



Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; EPE (2022).

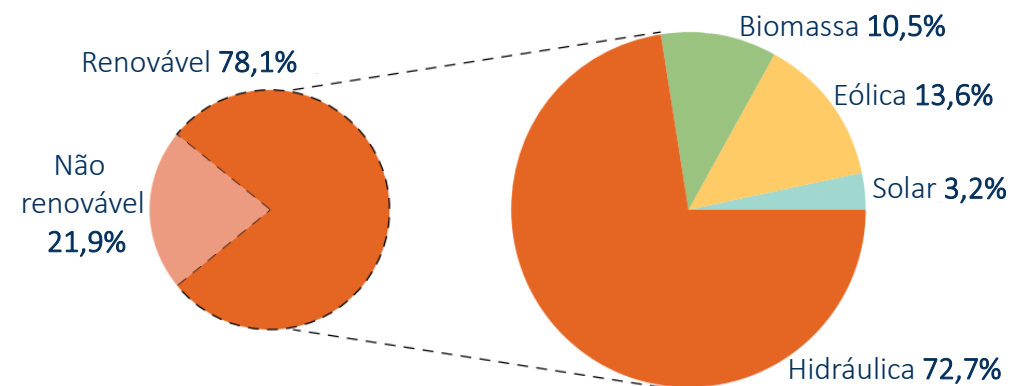
*CCUS = captura, utilização e armazenamento de carbono

Hidrogênio renovável (verde) como fonte energética



- Produzido a partir da eletrólise da água com a utilização de **energia elétrica renovável**
- Deve ser produzido a partir de **energias elétricas renováveis**, como o **vento** (eólica), o **sol** (solar) e a **água** (hidráulica)
- É um combustível alternativo e promissor para o setor transportador, pois pode ser utilizado como forma de propulsão, com **emissão nula de escapamento** (fonte limpa)

Matriz elétrica brasileira

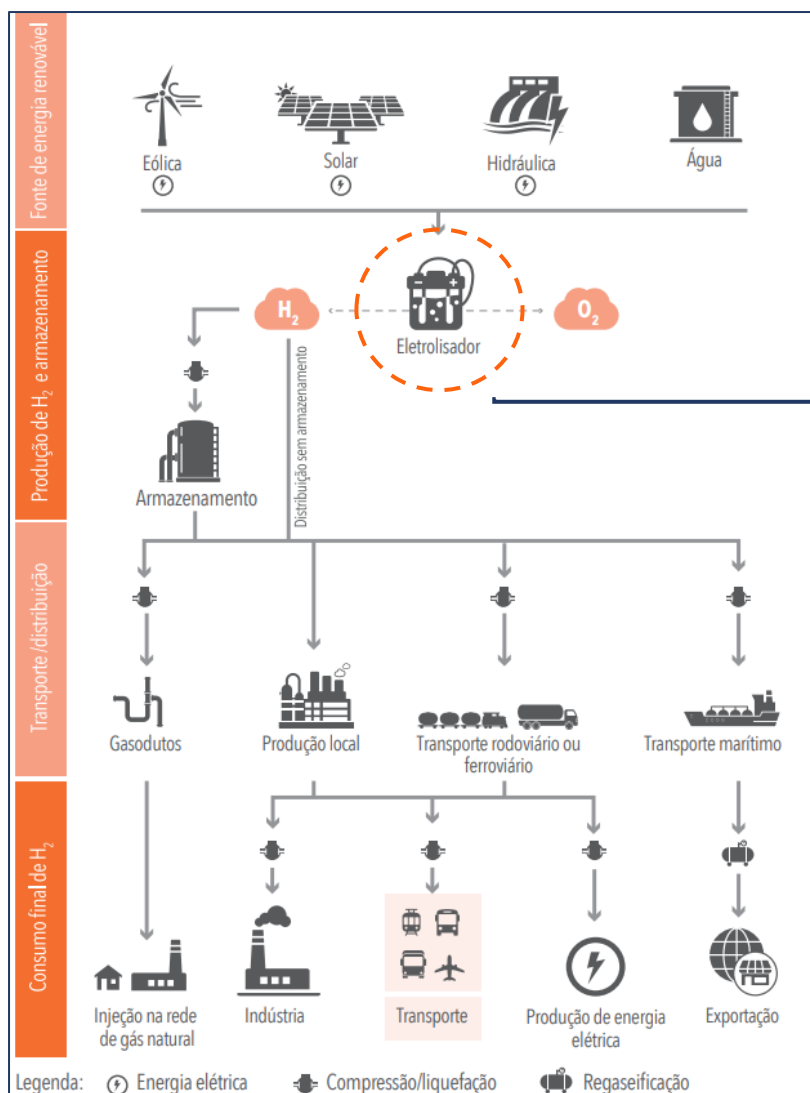


Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; EPE 2022.

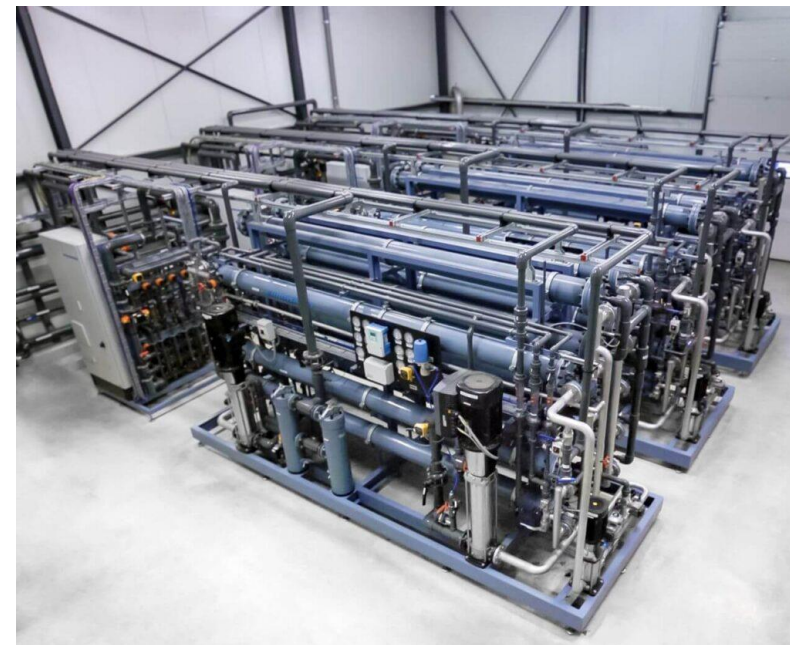


Etapas de produção e cadeia de valor do hidrogênio renovável

CNT



Eletrolisadores



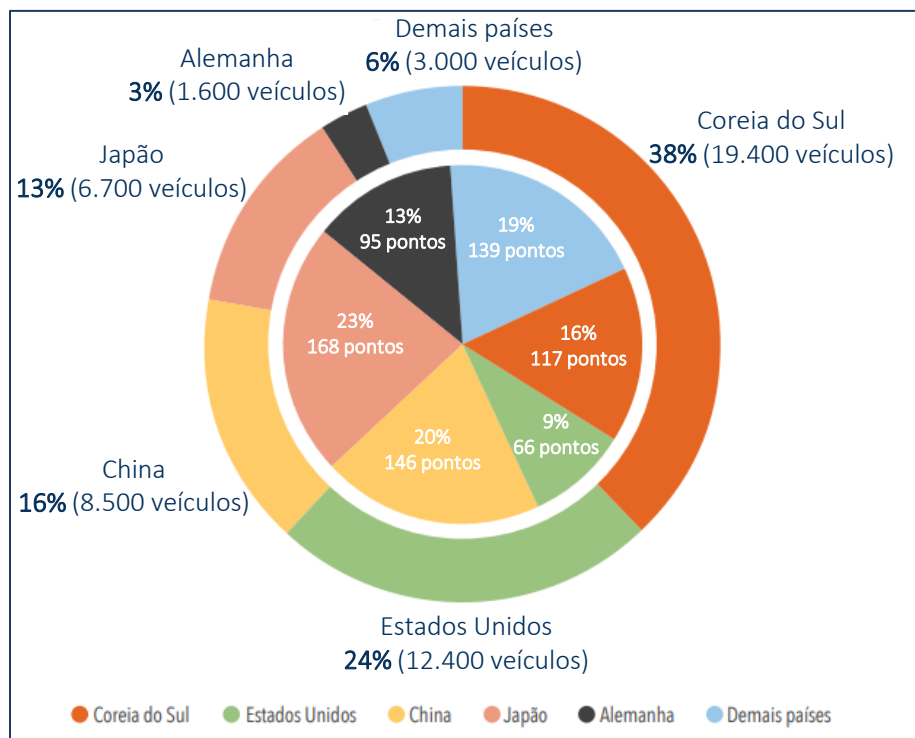
- É um dispositivo capaz de dividir as moléculas de água em seus constituintes átomos de **oxigênio e hidrogênio**
- Armazenamento de energia —
- < 1.500 km gasoduto; >1.500 km amônia liquefeita

Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável, IPEA (2022).

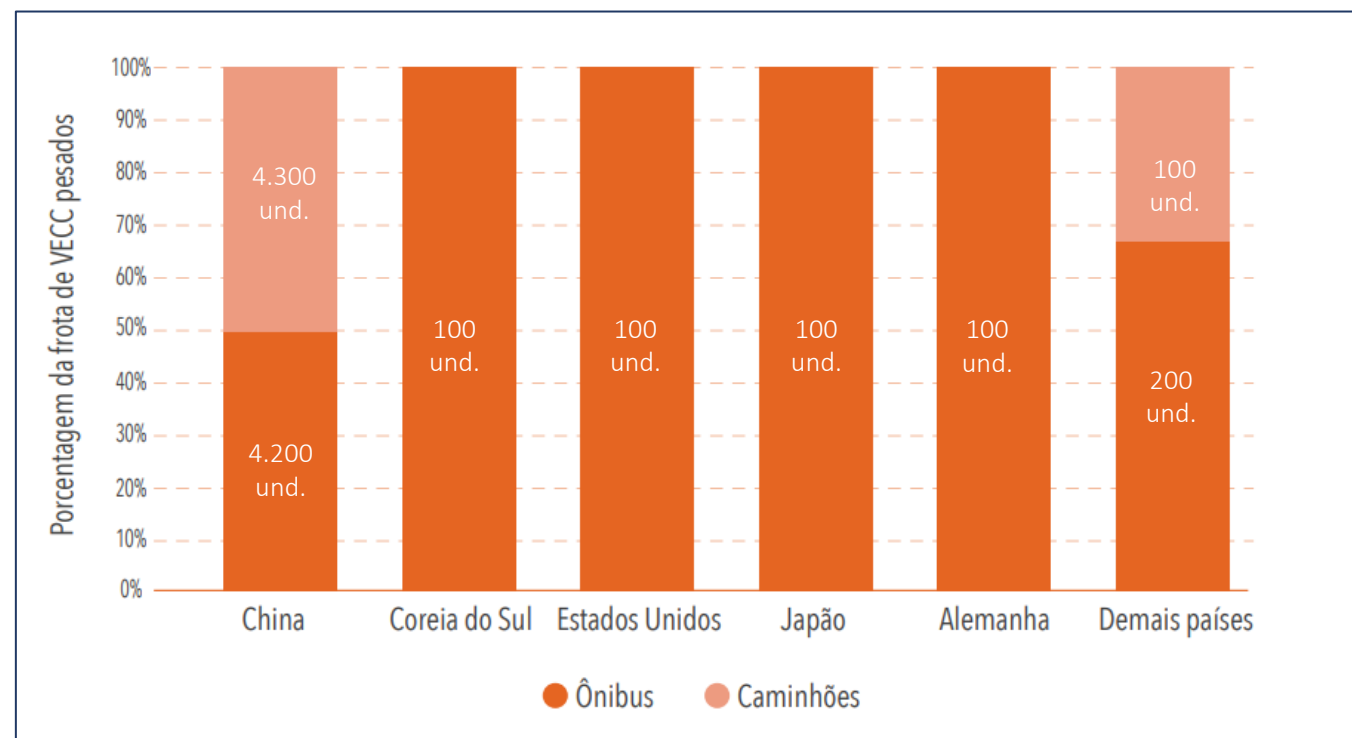
Mapeamento de hidrogênio no Mundo



51.600 registros de veículos e 731 pontos de abastecimento



Registros de veículos pesados



Predominância de países asiáticos

Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; IEA (2022)

Legislação brasileira vigente

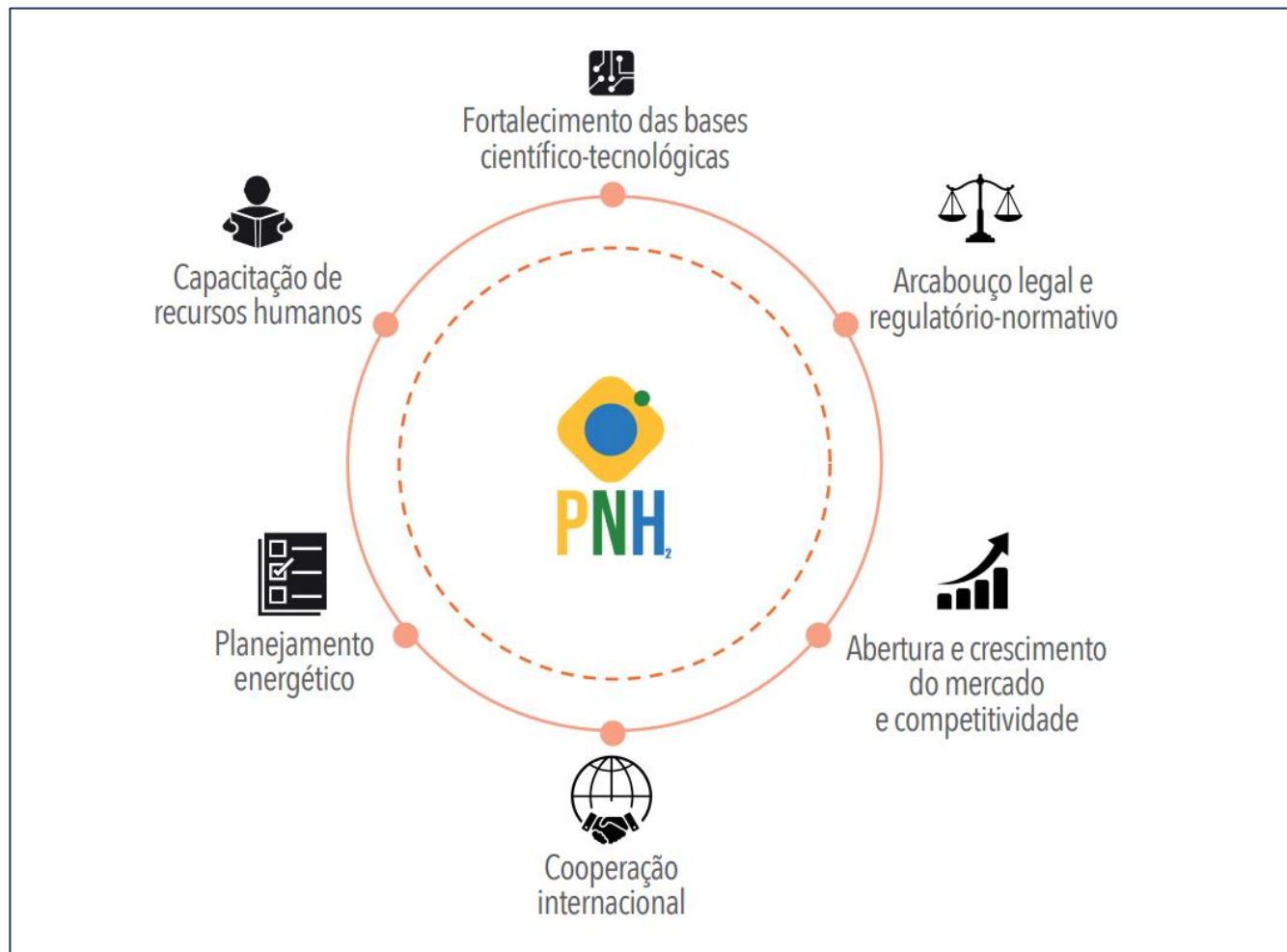


- 1998: criação do Centro Nacional de Referências em Energia de Hidrogênio (Ceneh)
- 2002: divulgação do Programa Brasileiro de Células a Combustível (PROCaC) para o desenvolvimento de pesquisas sobre geração de energia com células
- 2005: reformulação do PROCaC para Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Economia do Hidrogênio (ProH₂)
- 2010: centro de estudos publica “Hidrogênio energético no Brasil: Subsídios para políticas de competitividade – 2010-2025”, avançando no desenvolvimento tecnológico da hidrólise da água como processo para produzir hidrogênio
- 2022: publicação da Resolução CNPE n° 06/2022, instituindo o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH₂) → fortalecer a indústria do hidrogênio no Brasil

Legislação brasileira vigente

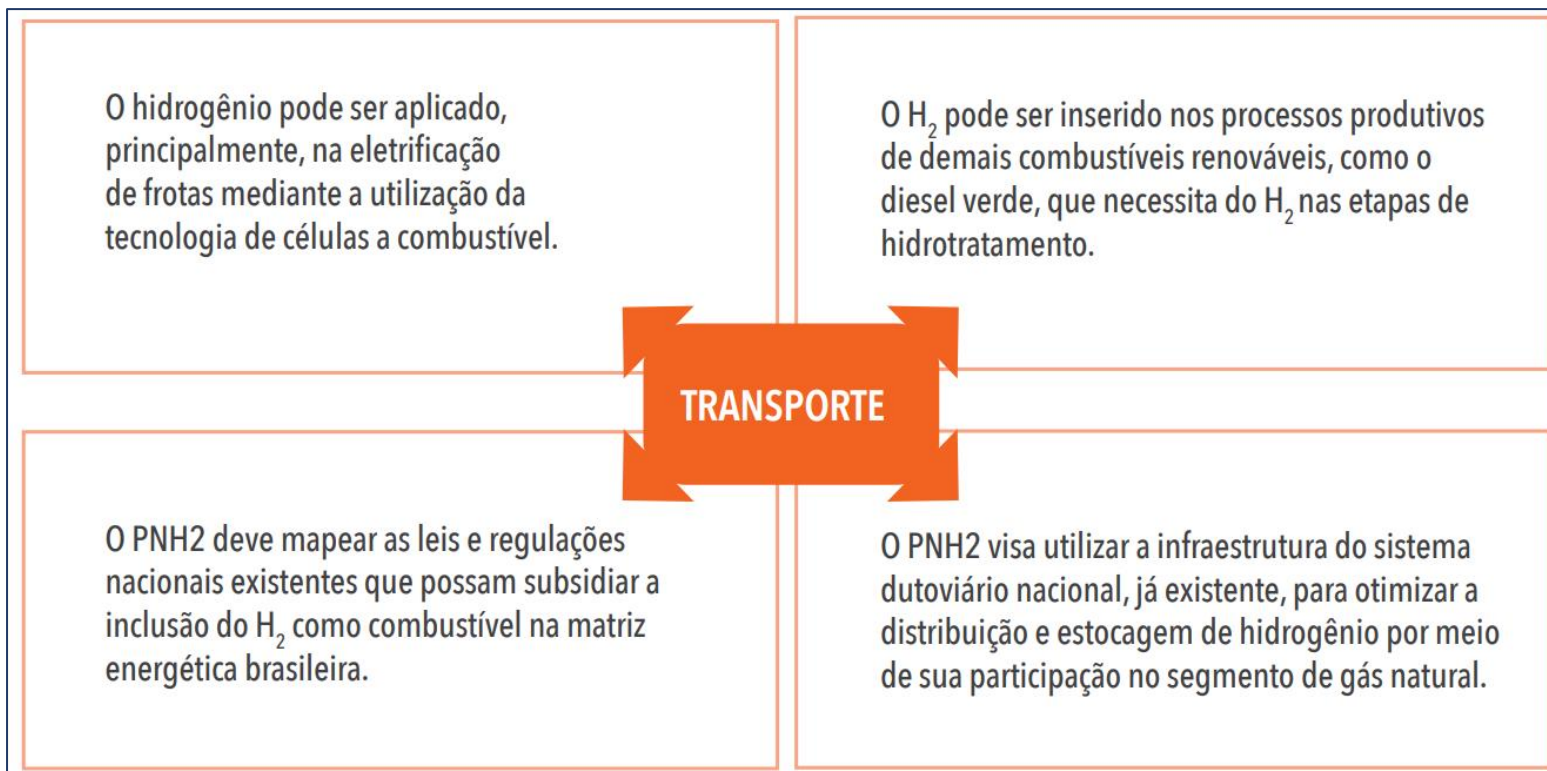


Eixos estratégicos do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2)



Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável.

Principais pontos do Programa que envolvem o transporte



Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável.

- **Projeto de Lei nº 725/2022:** tem a intenção de estabelecer parâmetros de incentivo ao uso do hidrogênio renovável. Pretende alterar a Política Energética Nacional, inserindo o **hidrogênio verde como opção de transição** para uma economia de baixo carbono. O PL sugere, ainda, a sua adição obrigatória nos gasodutos, **com percentuais mínimos de 5% e 10%** a partir de 2032 e 2050, respectivamente.

Aplicações no modo rodoviário

CNT

Foto 1. Divulgação: CNN.



○ Híbrido (protótipo de 2010 e 2022 - UFRJ) ○

- ✓ Transporte urbano
- ✓ Movido a hidrogênio e eletricidade
- ✓ Capacidade para **69** passageiros e autonomia de **330** quilômetros
- ✓ Estimativa de preço R\$ 2 milhões

Foto 2. Transporte Mundial.



Modelo compatível Audace 1050
(lançado em 2022 - Marcopolo)

- ✓ Transporte interestadual
- ✓ Capacidade para transporte de até **53** passageiros e autonomia que pode chegar a **600** quilômetros
- ✓ Possui **quatro tanques** de hidrogênio de **700 bar** cada que alimentam as células de combustível

Foto 3. Tecnológica.



GenH2 Truck (lançado em 2023 – Daimler Truck)

- ✓ Caminhão de longa distância com células de combustível
- ✓ Única emissão presente durante a trajetória foi **vapor d'água**
- ✓ Lançamento **previsto para 2027**, comportando carga útil de 25 toneladas
- ✓ Autonomia de **1.000 km** com dois tanques de hidrogênio líquido

Aplicações no modo rodoviário

CNT

Foto 4. Volvo Truck.



Caminhão (Volvo)

- ✓ Autonomia de mais de **1.000 quilômetros** e tempo de abastecimento de **15 minutos**
- ✓ Peso bruto total do caminhão será de **65 toneladas**
- ✓ Possui **duas células** de combustível

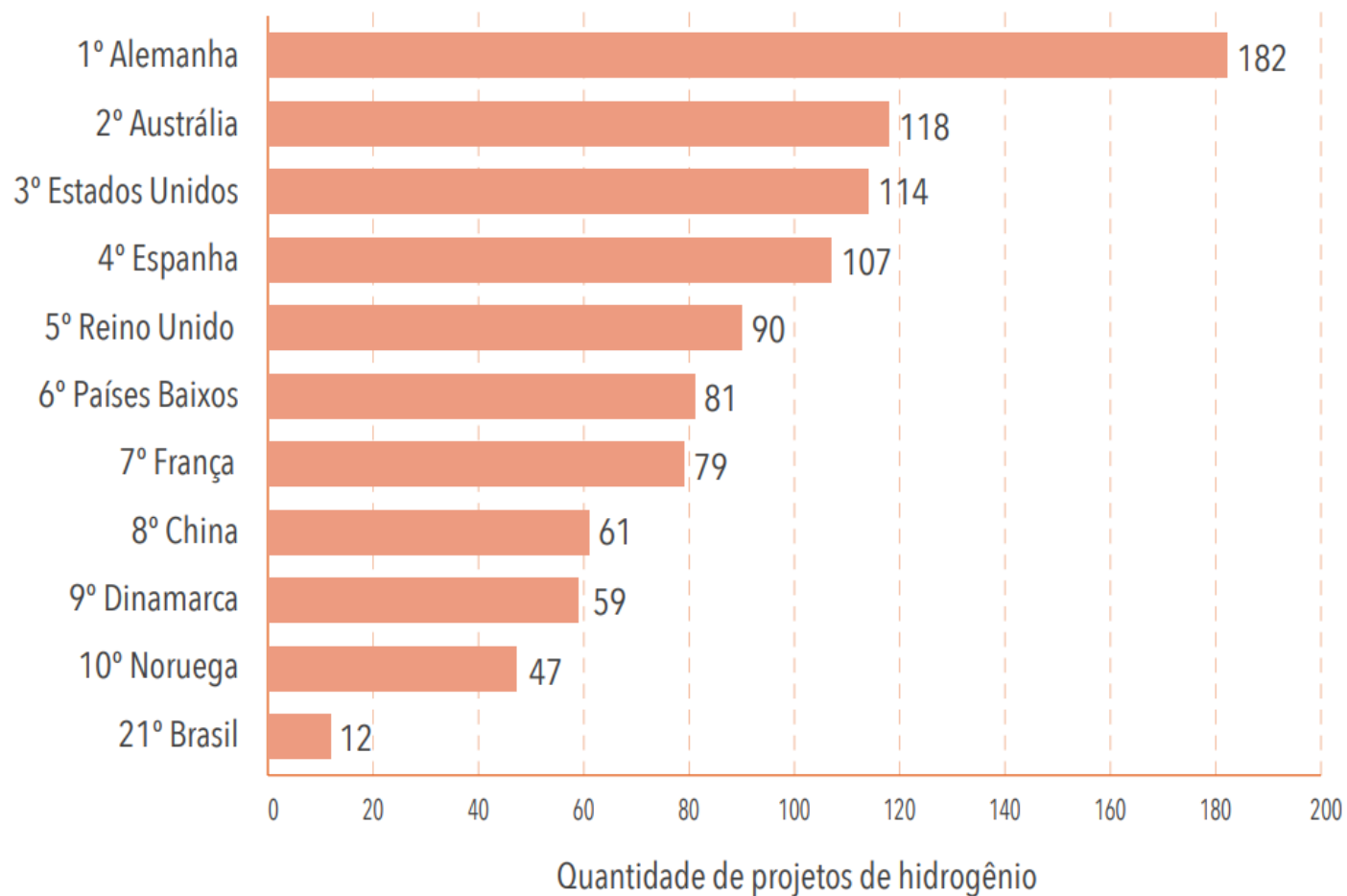
Foto 5. Garagem360.



Modelo compatível MB Atego 4x2 (apresentado em 2022 - Cummins)

- ✓ Modelo-conceito de porte médio para curta e média distância
- ✓ Possui **motor a combustão interna** de hidrogênio (B6.7H | H2-ICE)
- ✓ Peso bruto total na faixa de **10 a 26 toneladas** e autonomia de **até 500 quilômetros**
- ✓ Conta com potência de **290 cavalos-vapor**

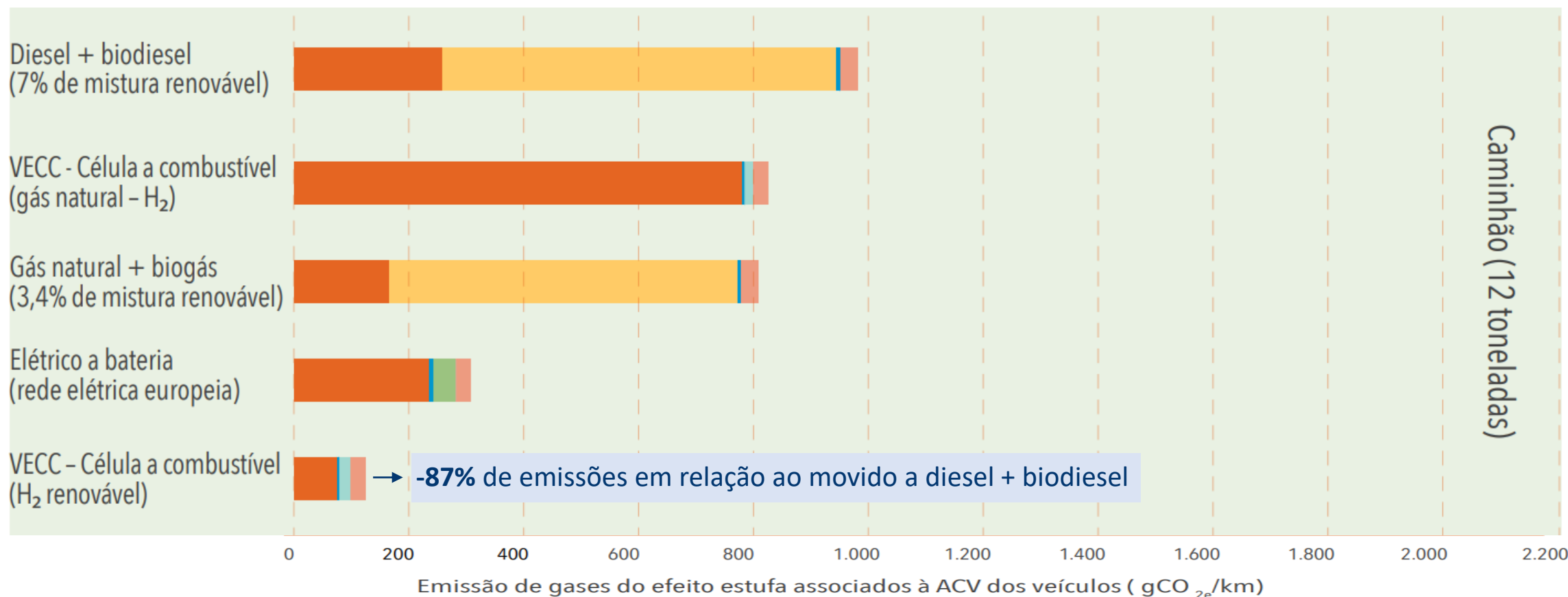
Quantitativo de registros de projetos de produção de hidrogênio em diferentes países



- 86 países considerados;
- Europa é pioneira na produção (4,6% verde); e
- 100% dos projetos brasileiros são dedicados ao hidrogênio verde.

Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; IEA (2022)

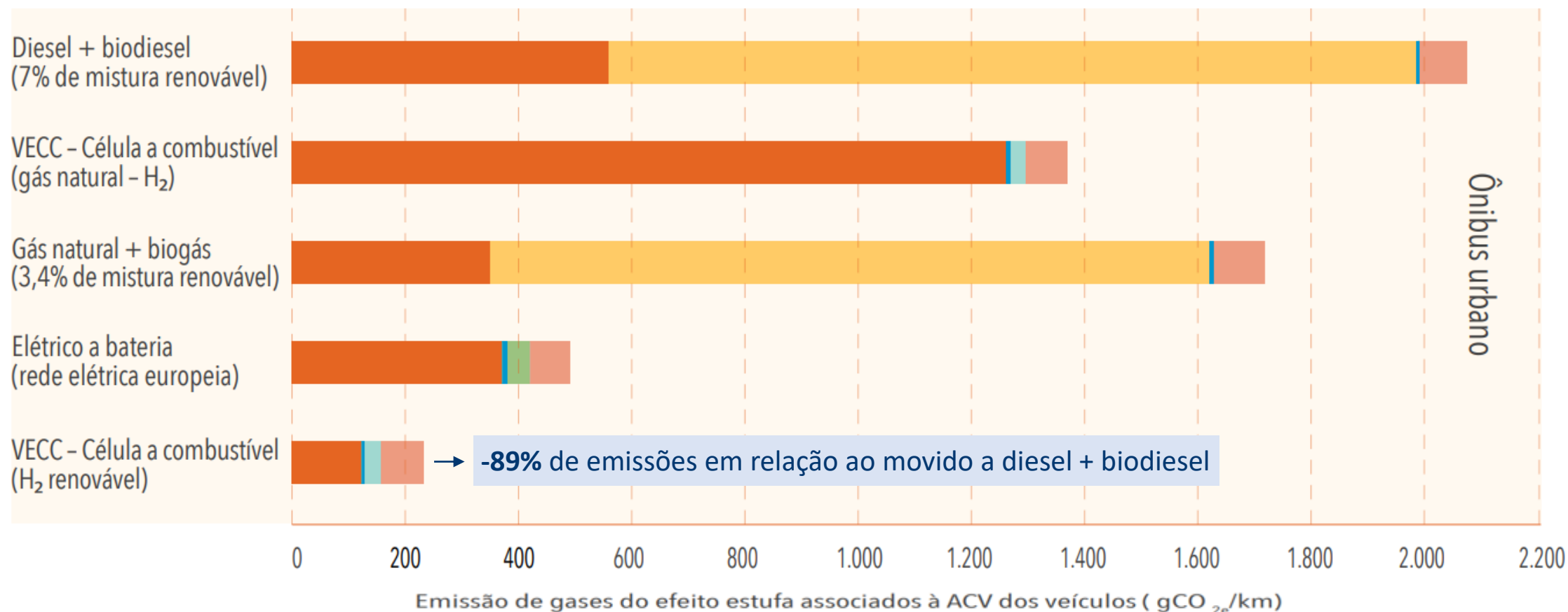
Saldo de emissões – avaliação do ciclo de vida na Europa



- Produção de combustível/eletricidade
- Consumo de combustível
- Manutenção
- Fabricação da bateria
- Fabricação do tanque de H₂
- Fabricação do veículo (exceto bateria e tanque de H₂)

Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; ICCT (2023)

Saldo de emissões – avaliação do ciclo de vida na Europa



- Produção de combustível/eletricidade
- Consumo de combustível
- Manutenção
- Fabricação da bateria
- Fabricação do tanque de H₂
- Fabricação do veículo (exceto bateria e tanque de H₂)

Fonte: CNT – Série Energia no Transporte, edição Hidrogênio Renovável; ICCT (2023)

Vantagens

- Expande tecnologias veiculares para o transportador;
- Aumenta a oferta de novas fontes renováveis para abastecimento de caminhões e ônibus;
- Promove a economia verde nacional;
- Aproveita as infraestruturas dutoviárias existentes;
- Permite viagens silenciosas, estáveis e limpas; e
- Impulsiona o Brasil na produção e exportação de energia limpa.

X

Desafios

- Faltam regulamentações quanto às suas especificações e viabilização mercadológica;
- Apresenta alto custo associado à sua produção, podendo ser repassado no preço final aos transportadores;
- Conta com pouca oferta nacional;
- Exige infraestrutura de abastecimento ainda não consolidada no país;
- Apresenta veículos pesados ainda na fase de testes; e
- Enfrenta um mercado energético dominado pelos combustíveis fósseis.

CONHEÇA MAIS



www.cnt.org.br



[@agenciacnt](https://www.instagram.com/agenciacnt)



[@confederacao-nacional-do-transporte-cnt](https://www.linkedin.com/company/confederacao-nacional-do-transporte-cnt)

Obrigada



www.cnt.org.br

Erica Marcos

Gerente Executiva Ambiental

(61) 2196-5719

ericamarcos@cnt.org.br

CNT | Confederação
Nacional do
Transporte

CNT / SEST SENAT / ITL
— Sistema Transporte —