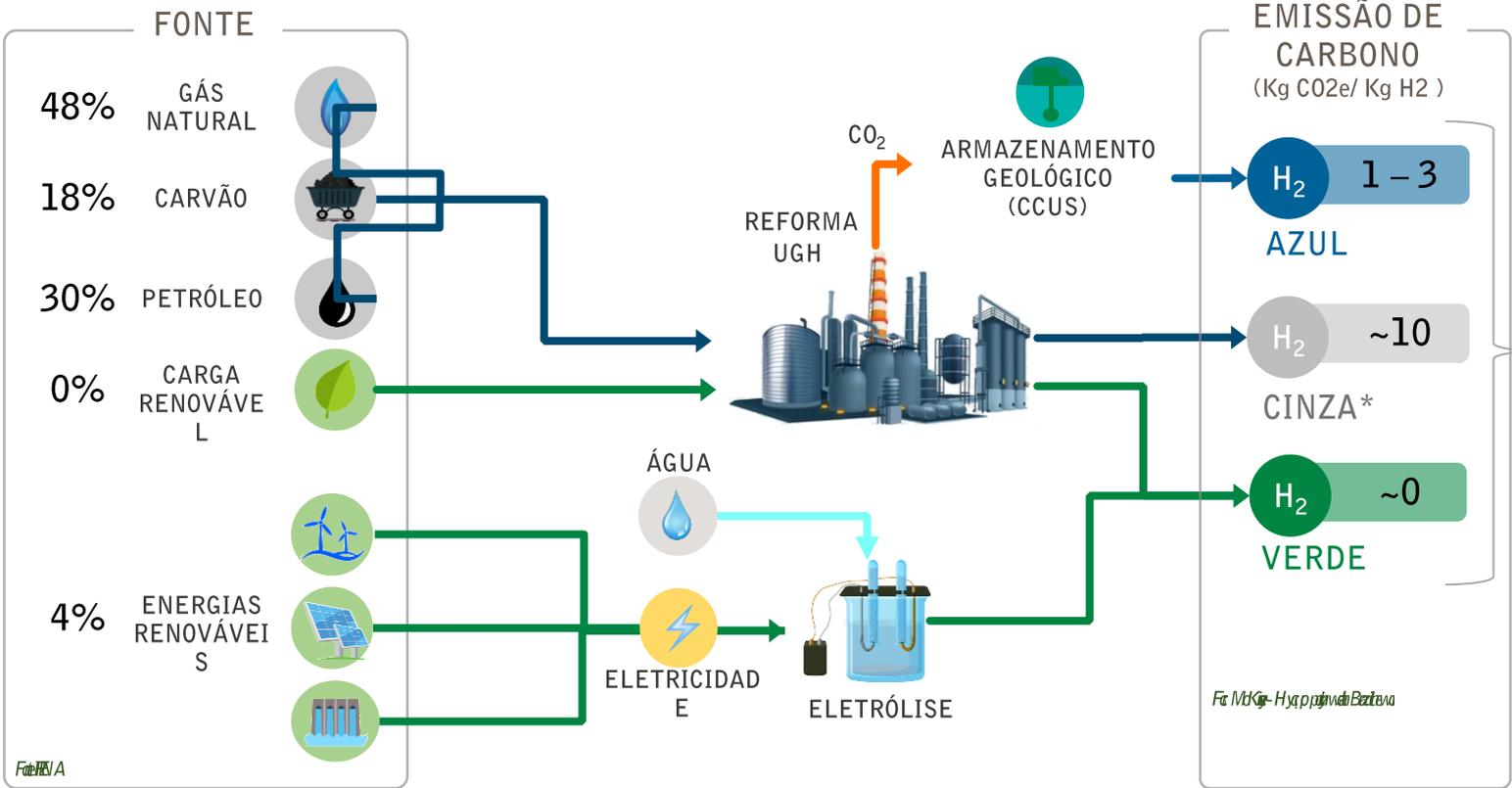


BR
Petrobras



PROCESSOS PRODUTIVOS DISTINTOS

LOGÍSTICA DE PRODUTOS PARA CONSUMO É IDÊNTICA, SEJA QUAL FOI A ORIGEM DO HIDROGÊNIO

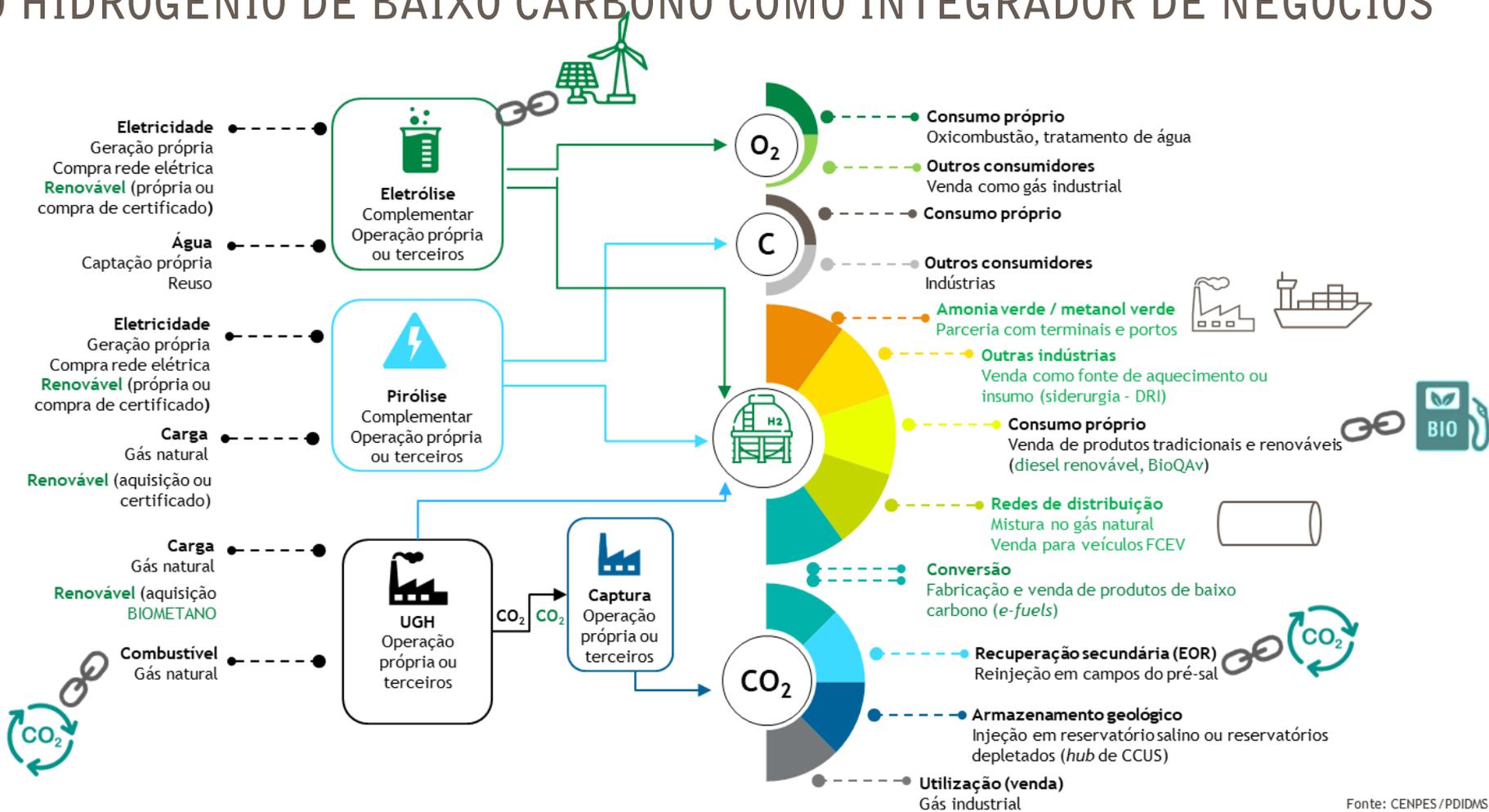


Números indicam emissões do processo produtivo "Gate-to-Gate"

Fig. 10 - Hydrogen Production

* Petrobras é a maior produtora e consumidora de hidrogênio do Brasil. Produz H2 cinza a partir da reforma a vapor de GN em suas refinarias.

O HIDROGÊNIO DE BAIXO CARBONO COMO INTEGRADOR DE NEGÓCIOS

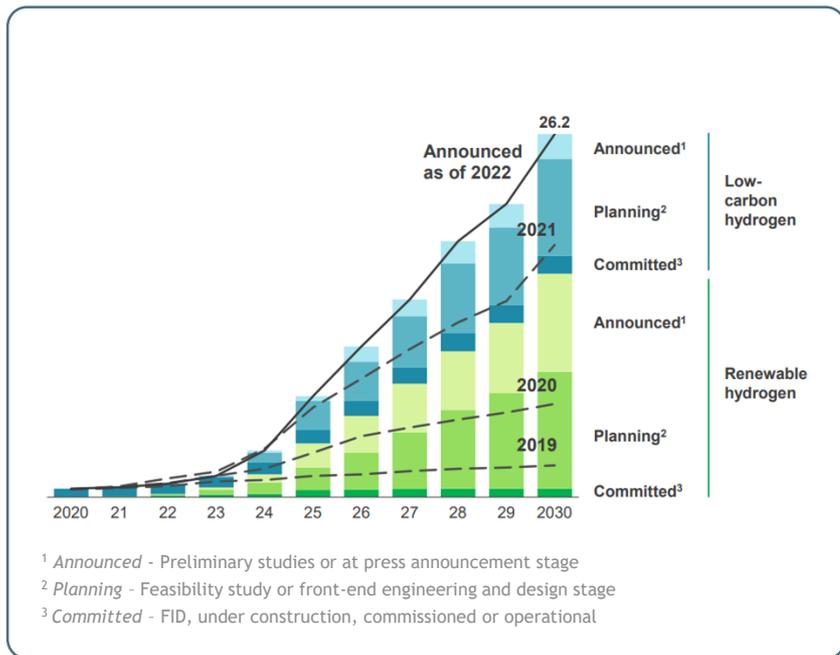


HIDROGÊNIO

CRESCIMENTO EXPONENCIAL DE PROJETOS DE HIDROGÊNIO DE BAIXO CARBONO, MAS PROJETOS EFETIVAMENTE CONFIRMADOS AINDA SÃO MUITO DISTANTES DOS CENÁRIOS APS

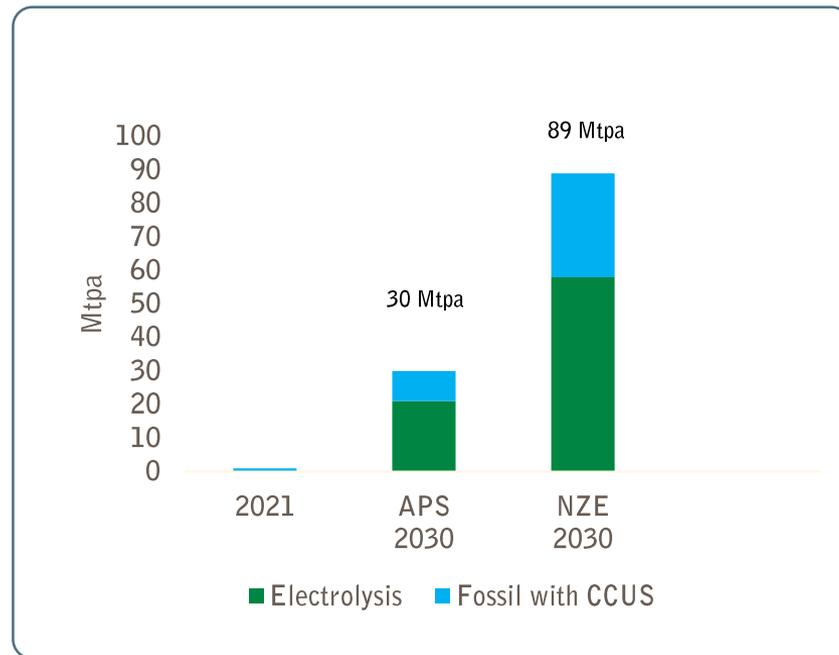
LOW CARBON HYDROGEN PROJECTS

(BLUE- "low carbon" and GREEN - "renewable")



PRODUCTION SCENARIOS

Low Carbon Hydrogen by Production Route APS and NZE (IEA)



Source: IEA
 APS - Commitment
 NZE - Commitment

HIDROGÊNIO

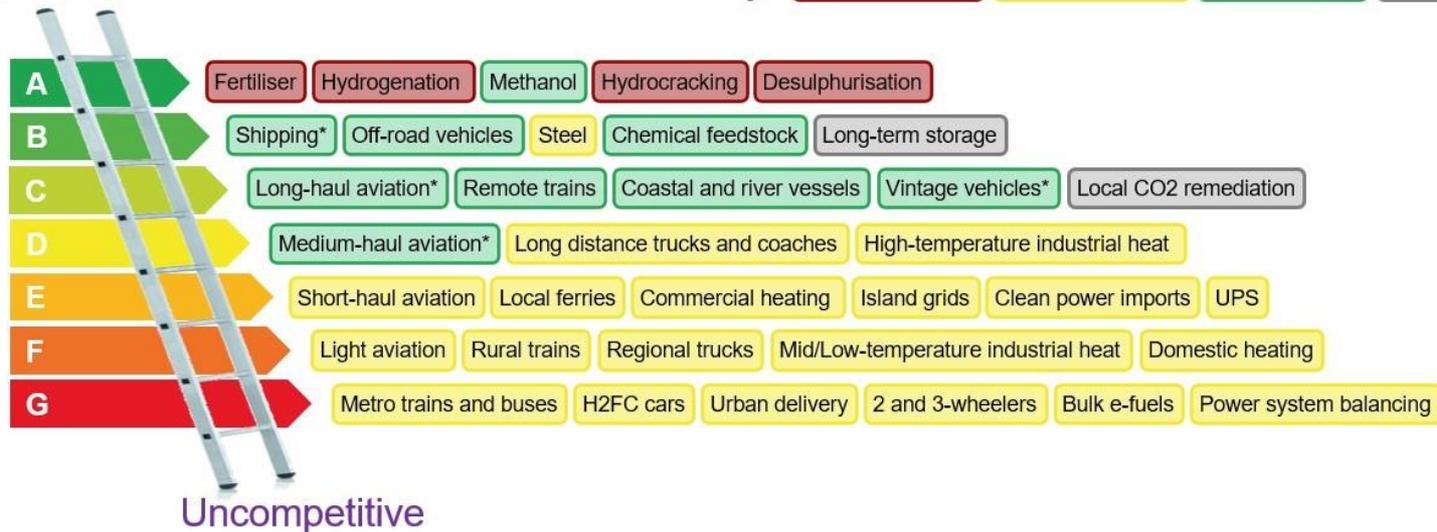
Utilização

Clean Hydrogen Ladder: Competing technologies

Liebreich Associates

Unavoidable

Key: No real alternative Electricity/batteries Biomass/biogas Other



* Via ammonia or e-fuel rather than H2 gas or liquid

Source: Liebreich Associates (concept credits: Adrian Hiel/Energy Cities & Paul Martin)

NOVOS DESAFIOS PARA A CADEIA DE VALOR

PRODUÇÃO

CONVERSÃO

TRANSPORTE

RECONVERSÃO

USO FINAL



- Gaseificação de carvão com CCUS
- Reforma de metano a vapor com CCUS
- Eletrólise da água
- Conversão de biomassa

- Compressão
- Liquefação

Síntese de amônia/metanol

Hidrogenação LOHC*



Caminhões



Pipelines (existentes e novos)



Transportadores de navios

- Regaseificação

- Quebra de amônia

- Desidrogenação LOHC

- Purificação (se necessário)

Indústria

- Refinarias
- Fertilizantes
- Produtos químicos
- Fabricação de aço
- Processos

Transporte

- Células a combustível
- Combustão direta

Energia Elétrica

- Turbina a gás
- Balanceamento de demanda

Edifícios

- Mistura de gás natural
- Retrofit para H₂ puro

AUMENTO DE ESCALA DO USO DO HIDROGÊNIO IMPLICA EM DESAFIOS NO TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO



Medo	Vantagens	Desafios
Comprimido	Alta eficiência para curtas distâncias	Ganho de escala limitado
Líquido	Maior capacidade em relação ao comprimido	Intensivo em energia Associado a plantas de liquefação
Duto (mistura com GN - blending ou substituição)	Uso de infraestrutura existente	Custos de adaptação da malha Poder calorífico do gás Purificação do H ₂ Adaptação nos consumidores (a depender do uso)
Duto (100% H ₂)	Uso parcial de infraestrutura existente Baixo OPEX	Especificações, segurança Flexibilidade
Amônia / MeOH	Potencial uso de infraestrutura existente Alta densidade para H ₂ Novos usos para NH ₃ / MeOH	Aspectos de Segurança e Meio Ambiente Baixa eficiência na reconversão para H ₂
LOHC	Alta densidade para H ₂	Maturidade tecnológica

ARMAZENAMENTO DE HIDROGÊNIO

		Gasoso				Líquido		
Opções de armazenamento		Cavernas de sal	Campos de gás depletados	Cavernas rochosas	Vasos pressurizados	Hidrogênio líquido	MeOH Amônia	LOHCs*
 Características	Capacidade	 Elevada	 Elevada	 Média	 Pequena	 Média-Pequena	 Elevada	 Elevada
	Período	De semanas a meses	Sazonal	De semanas a meses	Diário	De dias a semanas	De semanas a meses	De semanas a meses
 Disponibilidade geográfica		Limitada	Limitada	Limitada	Ilimitada	Ilimitada	Ilimitada	Ilimitada

Fonte: Adaptado de BloombergNEF, *Hydrogen Economy Outlook* (2020)

Cadeia de valor do hidrogênio com grande potencial na transição energética

Uso direto na forma gasosa é limitado a pequenas distâncias da produção

Além dos desafios comerciais e técnicos da produção, cadeias de valor com grandes capacidades de transporte a grandes distâncias demandarão desenvolvimento de cadeia logística integrada

BR
Petrobras

