

Perspectivas do Hidrogênio Verde para o Brasil

Documento para discussão

20 de junho de 2023



Comentários de abertura

Transição energética e
hidrogênio verde

Oportunidade nacional

Últimos
desenvolvimentos



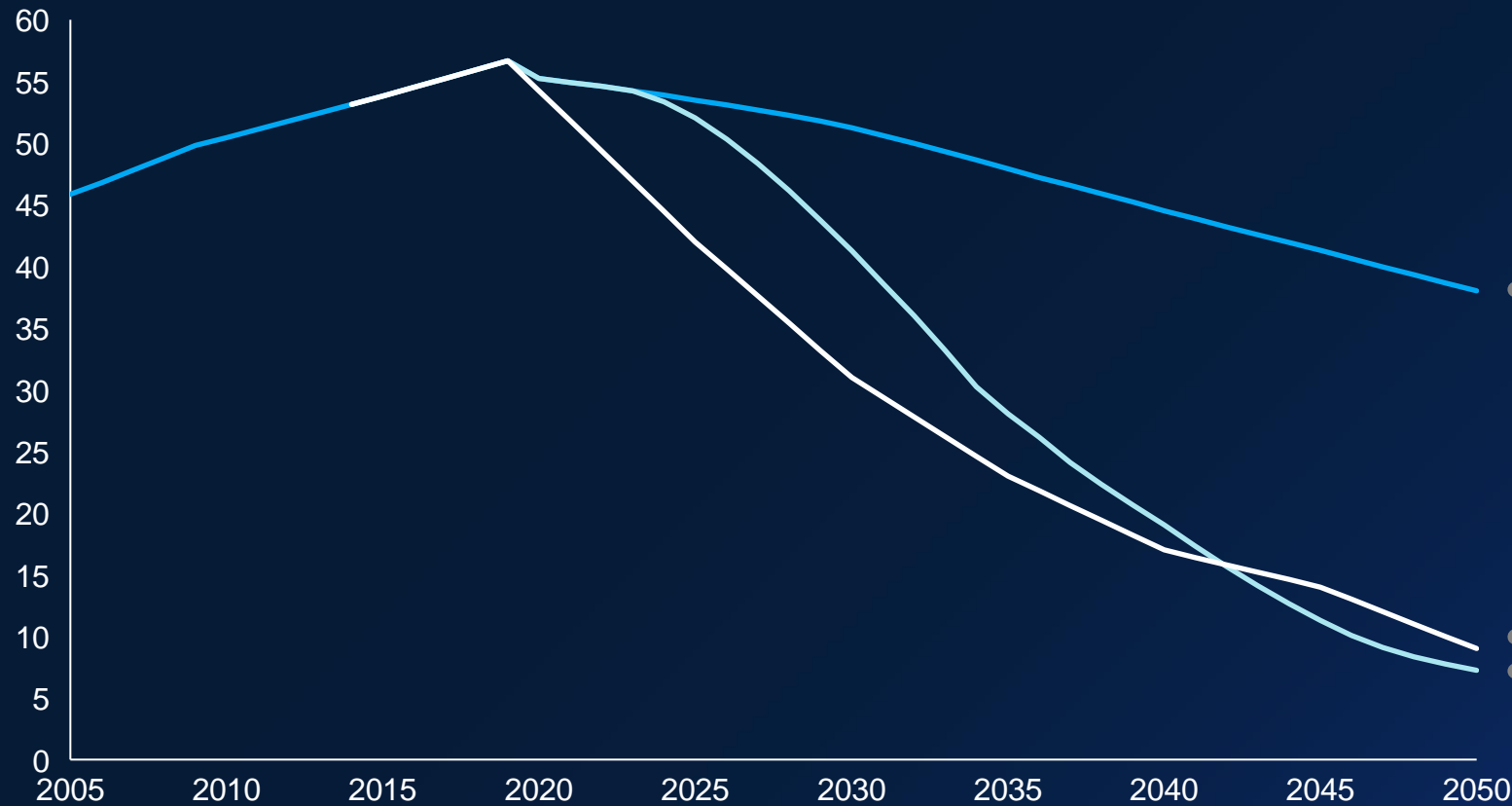
Nossa perspectiva sobre o hidrogênio



- 1 O hidrogênio é necessário para a descarbonização profunda**
- 2 Momentum global sem precedentes**
- 3 Potencial de crescimento de mais de 100x para hidrogênio, dependendo da aplicação**
- 4 O hidrogênio verde pode ser competitivo já na próxima década**
- 5 Formação de “Ecossistema” para abastecimento é o “novo normal”**
- 6 Os governos estão determinados a apoiar a transição para o H2**
- 7 LatAm tem características intrínsecas para capturar o mercado de H2**

1. Nosso caminho atual irá esgotar o orçamento global de CO₂ até o final da década

Caminhos das emissões globais de GEEgt CO₂e por ano



Cenários em 2050

+2,4°C
caminho atual¹ equivale a 3x as emissões discutidas no IPCC

+1,5°C
caminho proposto no IPCC³

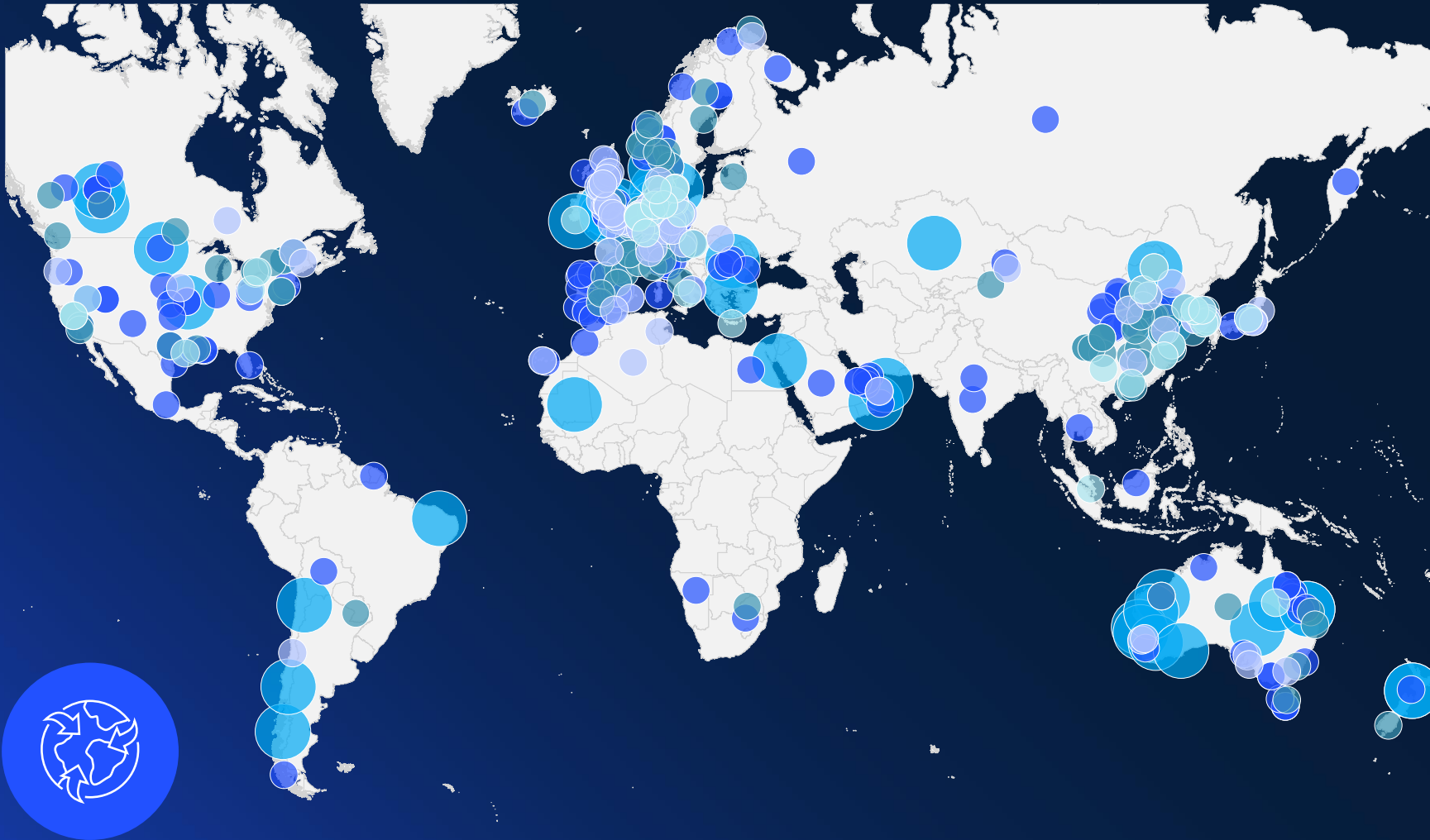
+1,7°C
caminho de velocidade de descarbonização máxima²

1.Extrapolação de acordo com o IPCC Climate Change 2022: Mitigação das Mudanças Climáticas (22 de abril) e McKinsey Energy Insights

2.Análise McKinsey, sem considerar NCS e CCS

3.IPCC Climate Change 2022: Mitigação das mudanças climáticas (22/abril)

2. Forte momentum global com + de 520 projetos anunciados



43

Produção em escala gigante

projetos Renováveis H₂ >1 GW, projetos H₂ de baixo carbono >200 ktpa

221

Uso industrial em larga escala

Refinaria, amônia, metanol, aço e matérias-primas da indústria

133

Transporte Trens, navios, caminhões, carros e outras aplicações para mobilidade de hidrogênio

74

Economia integrada H₂

entre indústrias e projetos com diferentes tipos de usos finais

51

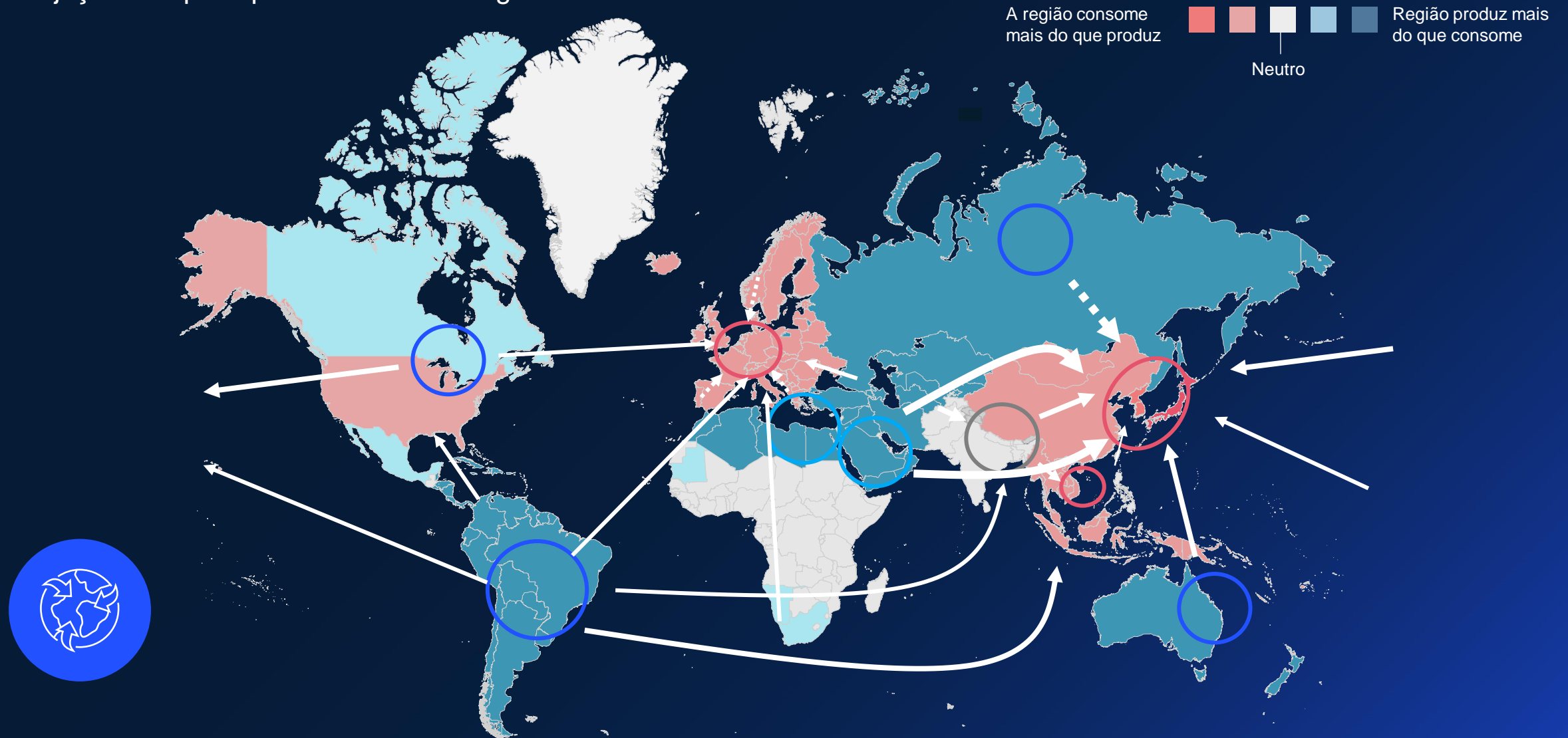
Projetos de infraestrutura

distribuição, transporte, conversão e armazenamento H₂

1. Foco em projetos de >1 MW, incluindo comissionamento após 2030, >1.000 projetos de pequena escala e propostas de projetos não incluídas

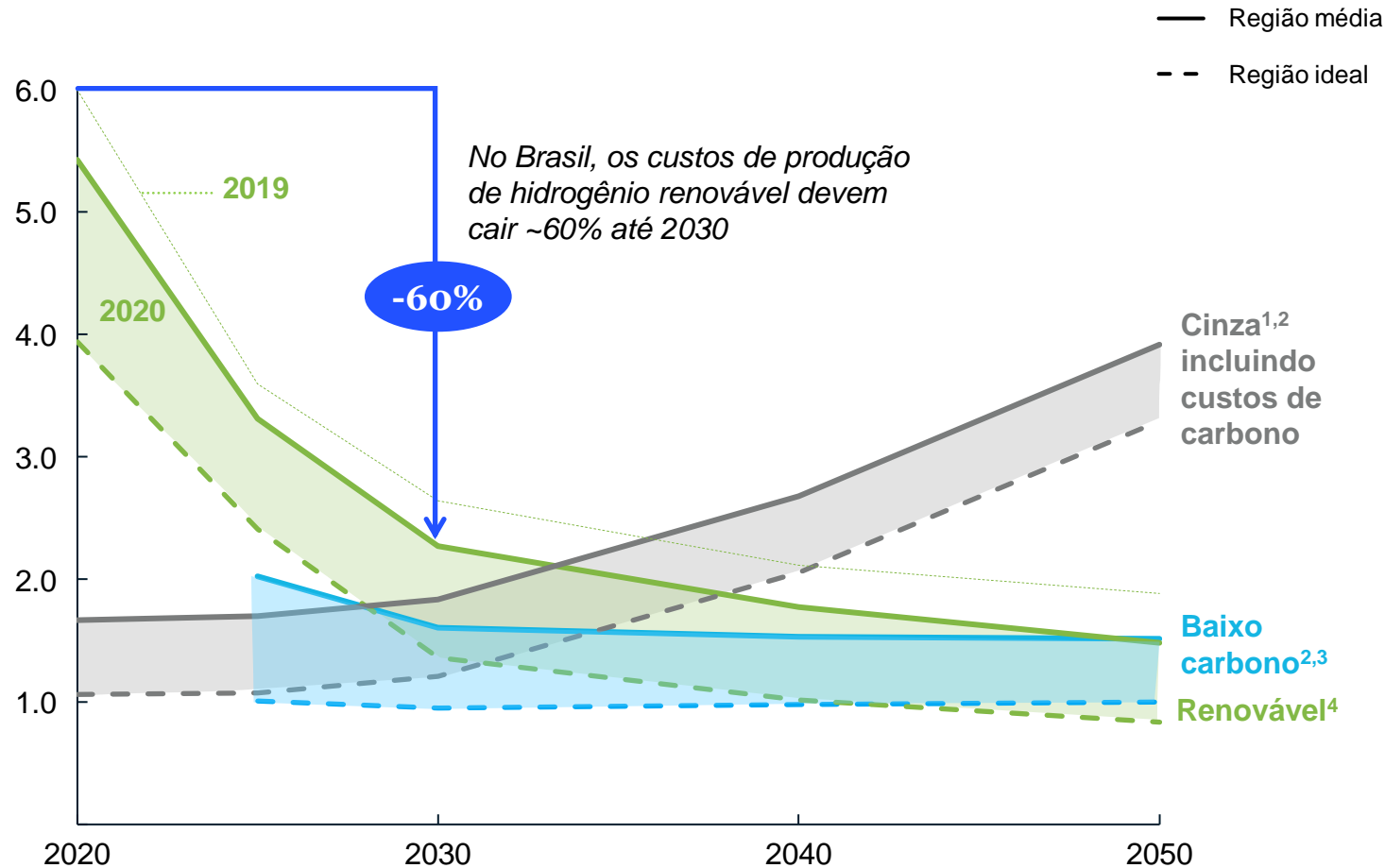
3. LatAm está bem posicionada para fornecer H₂ aos principais centros consumidores mundiais

Projeção dos principais fluxos de hidrogênio e derivados em 2050



Os países da América Latina estão entre os produtores mais competitivos de H₂ verde

Projeção do custo de produção no Brasil de hidrogênio, US\$/kg



1/ SMR sem CCS 2/ Preço do gás flat de 2,6-6,8 USD/Mmbtu; com base em US\$ 30/ton CO₂ (2020), US\$ 50/ton CO₂ (2030), US\$ 150/ton CO₂ (2040) e US\$ 300/ton CO₂ (2030) / Assume ATR com CCS e taxa de captura de CO₂ de 98%. Com base no custo de transporte e armazenamento de carbono de US\$ 65/ton CO₂ (2025), US\$ 17/ton CO₂ (2030) e US\$ 14/ton CO₂ (2050) 4/ Com base em alcalina com tamanho de 2 MW (2002000 20 MW (2025) e 80 MW (de 2030); com base em LCOE de US\$ 25-73/MWh (2020), US\$ 13-37/MWh (2030) e US\$ 7-25/MWh (2050) 5/ A análise inclui conexão com a rede para a costa de parques eólicos offshore

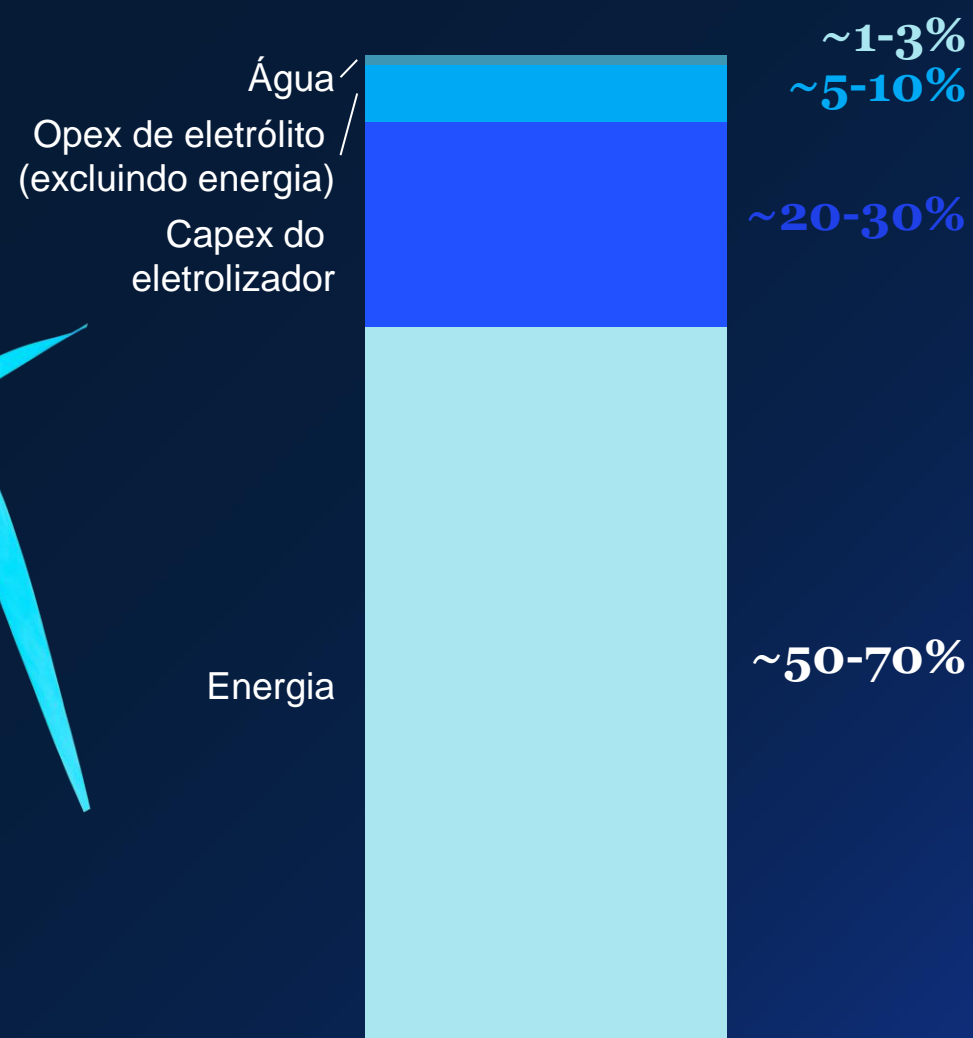
2030

Custo de hidrogênio renovável, US\$/kg



Os custos com geração de energia elétrica representam de ~50% a ~70% do custo total do hidrogênio verde (LCOH¹)

LCOH, %



X%

% do total

Produção em escala



1. Levelized cost of hydrogen

Comentários de abertura

Transição energética e
hidrogênio verde

Oportunidade nacional

Últimos
desenvolvimentos



Identificamos as principais aplicações nacionais para o H₂ verde ...



Matéria-prima para a indústria

H₂ para Aço

Amônia para fertilizantes e químicos

H₂ para refinaria¹



Transporte

H₂ para carros de passageiros

Frete rodoviário (caminhões médios e pesados)

H₂ para frete ferroviário de longa distância

Amônia ou metanol para navios graneleiros/ Navios contêineres

Caminhões de mineração



Aquecimento e energia para a indústria

H₂ para aquecimento industrial

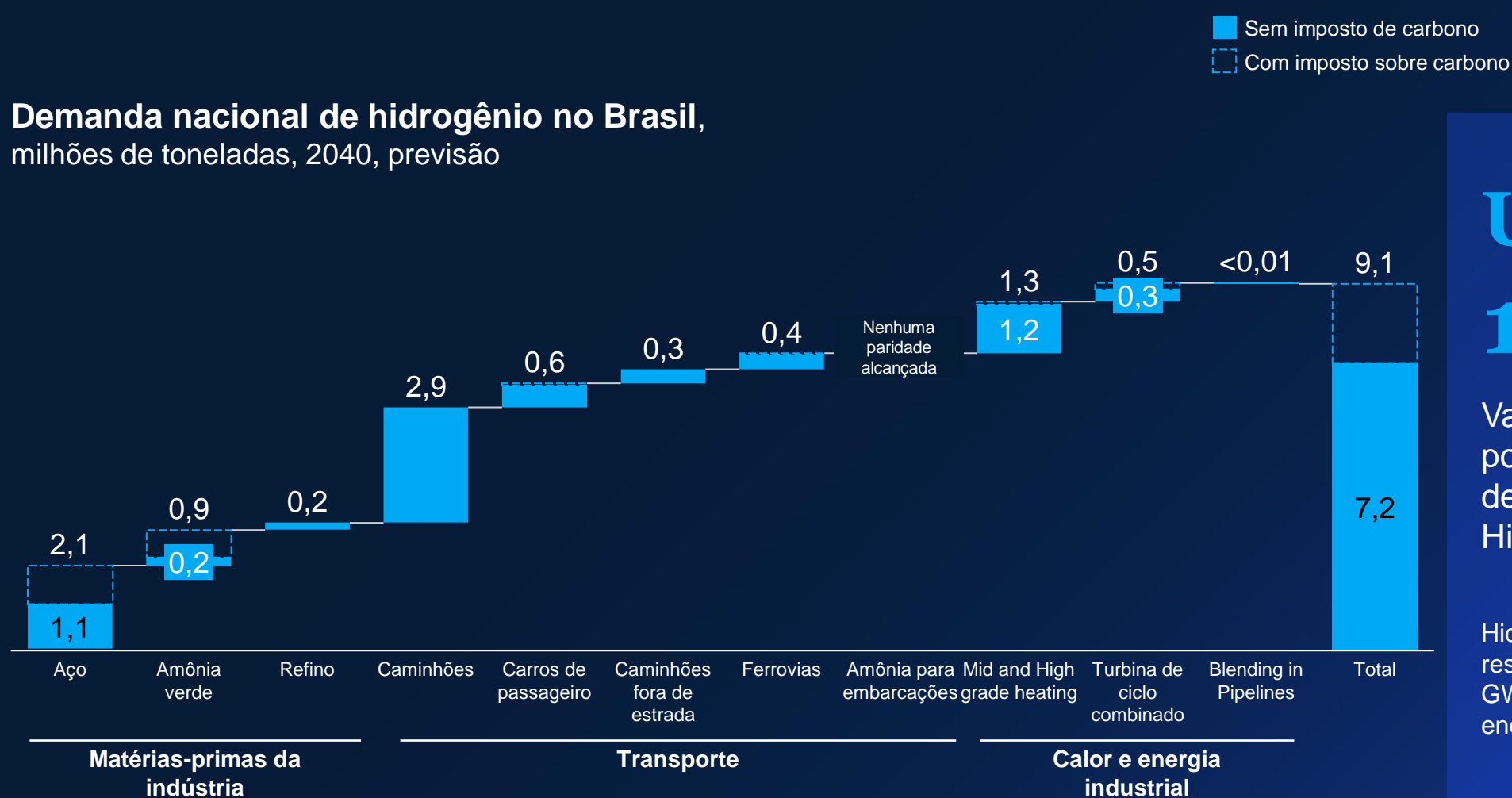
H₂ para geração térmica em turbina de ciclo combinado

H₂ para mistura de gás H₂

1. Hidrogênio verde como única alternativa

... atingindo uma demanda de até ~9 milhões de toneladas em 2040 e um valor de mercado de US\$ 10 – 12 bi

Demanda nacional de hidrogênio no Brasil,
milhões de toneladas, 2040, previsão



xx Ano³ do breakeven verde do TCO de H2 com imposto de carbono²

US\$
10-12 bi

Valor de mercado potencial para a demanda nacional de Hidrogênio¹

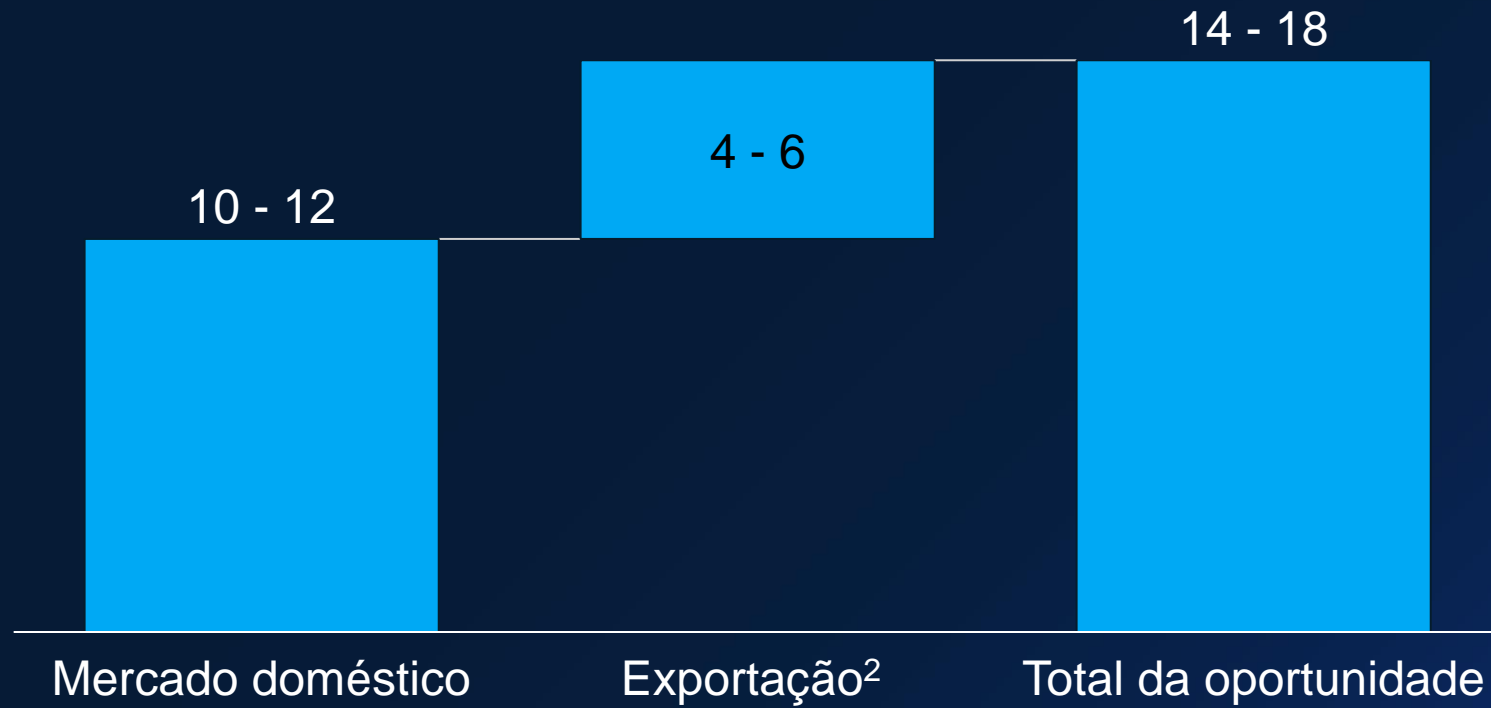
Hidrogênio tem potencial para responder por 5-10% (8-16 GWmed) da demanda da matriz energética brasileira em 2040

1. Assume custo estimado de produção de hidrogênio para SE, on-grid, @ 9% WACC: 1,36/kg em 2040;
 2. Considerando a adoção do imposto sobre carbono em 2025
 3. As variações resultam de anos de paridade de TCO mínimo e máximo

Em suma, o mercado doméstico e de exportação de H2V no Brasil poderá chegar a USD 14-18 bi em 2040

Valor potencial de mercado do H2V para o Brasil

US\$ bilhões, 2040, previsão, por ano



1. Considera um mix de 70% solar e 30% eólica

2. Considerando apenas geografias em que o Brasil é competitivo para exportação

9-13

milhões de toneladas
de H2V por ano

~US\$ 200 bi
em investimentos

~ 180 GW
de capacidade RES¹

Os *oftakers* devem considerar 6 dimensões ao desenvolver um projeto



**Disponibilidade de
matérias-primas**



Infraestrutura



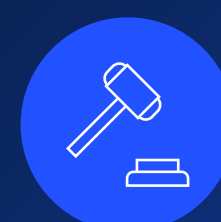
**Vantagens/
desvantagens
estratégicas**



**Parceria com o
ecossistema
industrial**



**Recursos de energia
renovável**



**Incentivos do
governo**

Comentários de abertura

Transição energética e
hidrogênio verde

Oportunidade nacional

Últimos
desenvolvimentos



No Brasil, há 30 projetos propostos para H₂ verde anunciados

- Projetos e propostas de projetos¹ no Brasil de diferentes escalas

Atualizado em 29/05/2023



	Empresa	HQs	Localização
1	ENGIE		CE - Porto do Pecém
2	enegix		CE - Porto do Pecém
3	Fortescue		CE - Porto do Pecém
4	Qair		CE - Porto do Pecém
5	WHITE MARTINS		CE - Porto do Pecém
6	aes Brasil		CE - n/a
7	enel		CE - Fortaleza
8	comerc eficiência		CE - Porto do Pecém
9	edp		CE - Porto do Pecém
10	cactus energia		CE - Zona de Processamento de Exportação
11	casadosventos		CE - Porto do Pecém
12	TransHydrogen Alliance		CE - Investimento - Porto do Pecém
13	enel		BA - n/a
14	casadosventos		BA - n/a
15	comerc eficiência		RJ - Porto do Açu
16	comerc eficiência		Metanol verde

	Empresa	HQs	Localização
17	UNIGEL		BA - Camaçari
18	AMMPOWER		ES - Porto Central
19	Qair		PE - Porto de Suape
20	NEOENERGIA IBERDROLA		PE - Porto de Suape
21	casadosventos		PE - Porto de Suape
22	ENTERPRIZE ENERGY		RN - n/a
23	WHITE MARTINS		RS - n/a
24	NEOENERGIA		RS - Rio Grande
25	enerfin do Brasil		RS - Rio Grande
26	WHITE MARTINS		RJ - n/a
27	Shell		RJ - Porto do Açu
28	Fortescue		RJ - Porto do Açu
29	casadosventos		PI - n/a
30	comerc eficiência		PI - Governo do Piauí

1. Incluindo memorandos de entendimento e intenção

Fonte: Imprensa, Valor econômico, Câmara de Comércio da América do Brasil; ABH2

Considerações para as comercializadoras ...

- 1 Qual será o papel do comercializador de energia na indústria do hidrogênio?
- 2 Como o H₂ verde vai impactar a configuração futura do mercado livre?
- 3 Quais as pautas do setor de energia mais impactantes para o mercado de hidrogênio?



McKinsey
& Company

Obrigado!

felipe_toledo@mckinsey.com

CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY
Any use of this material without specific permission
of McKinsey & Company is strictly prohibited