



# Audiência Pública da Comissão Especial de Transição Energética - Fontes Renováveis e Produção de Hidrogênio Verde no Brasil

**GRUPO NOVAPAR** “Hidrogênio: uma visão empresarial”

---

# Grupo Nova Participações



# Nossas ÁREAS DE ATUAÇÃO



**ENERGIA**



**SANEAMENTO BÁSICO**



**INFRAESTRUTURA**



**TRANSPORTES MULTIMODAIS**



**SEGURANÇA DE BARRAGENS**



**INDÚSTRIAS**

# Nossa EXPERIÊNCIA EM ENERGIA RENOVÁVEL

Prestador de serviços: EPC e Desenvolvedor de Projetos

## ENERGIA EÓLICA



Complexo Eólico  
Seabra, Novo Horizonte  
e Macaúbas  
95 MW



Parque Eólico Barra  
dos Coqueiros  
35 MW

## ENERGIA SOLAR



Usina Solar Janaúba  
330 MW

## ENERGIA HIDRÁULICA



Itaipu Binacional  
14 000 MW



Belo Monte  
11 300 MW

## ENERGIA NUCLEAR



Angra II  
1 350 MW

Angra I  
657 MW

PARTICIPOU DA  
CONSTRUÇÃO DE 70% DO  
PARQUE HIDRÁULICO NO  
BRASIL!



Tucuruí  
8 370 MW



São Roque  
150 MW



# HIDROGÊNIO: nossa nova aposta

## O NOVO VETOR ENERGÉTICO

O Brasil está se preparando para investir em um novo vetor energético: o hidrogênio verde. Temos totais condições de atingir um patamar de destaque no mercado internacional, sobretudo como exportadores.

Para que possamos ser competitivos, necessitamos de empresas que estejam preparadas para oferecer os mais diversos serviços para este novo mercado. Agora, **a Nova Engevix conta com uma equipe preparada para atuar nesse setor tão promissor - e extremamente aquecido.**

<http://www.novaparticipacoes.com/hidrogenio-verde/>





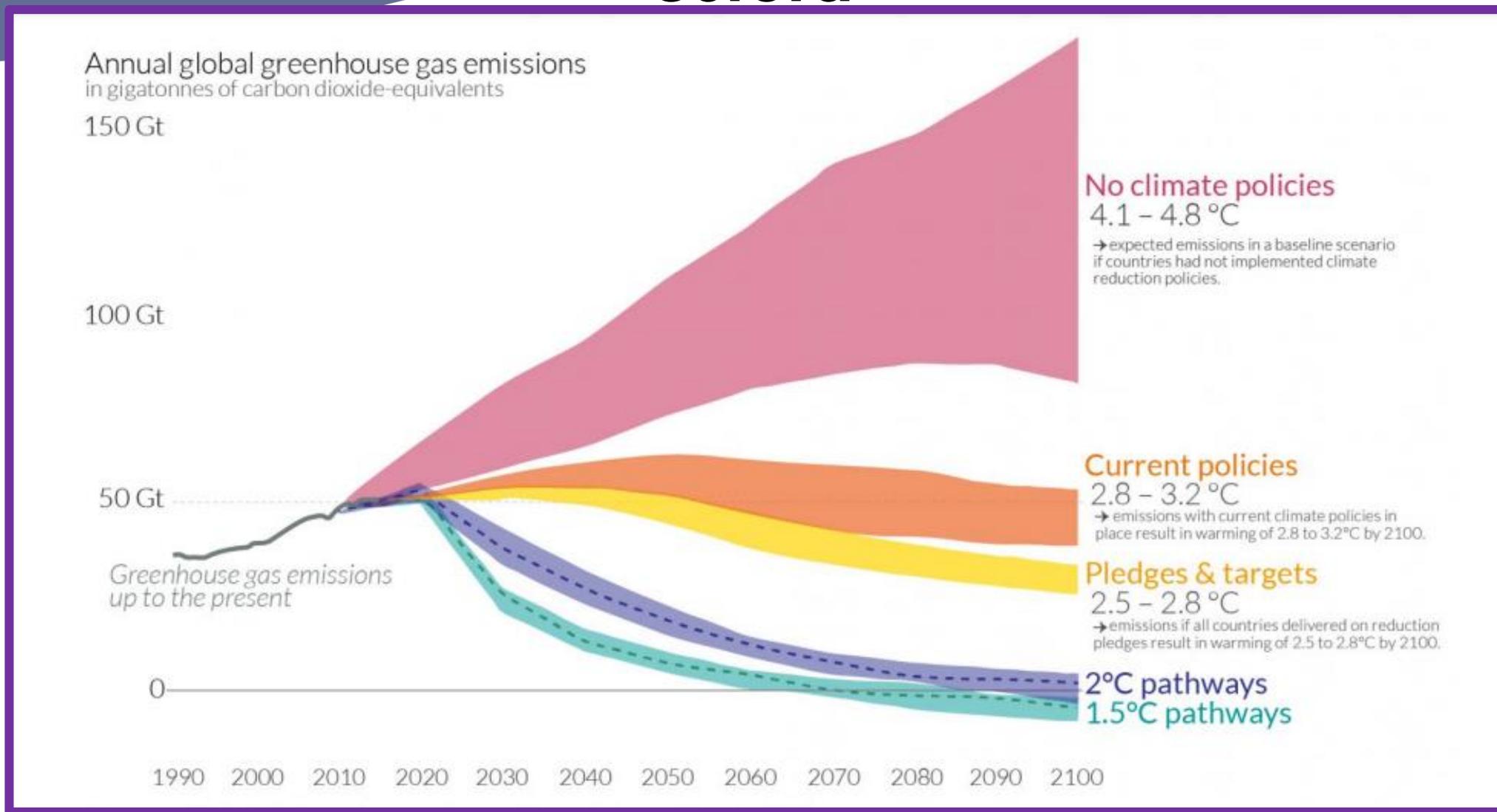
# Agenda

- **Por que Hidrogênio Agora?**
- **Alguns Aspectos Importantes na Governança da Transição Energética**
- **Diferenciais do Brasil na Corrida do Hidrogênio**
- **Classificação de Rotas de Produção de H<sub>2</sub> e Certificação de Origem**
- **Considerações Finais**



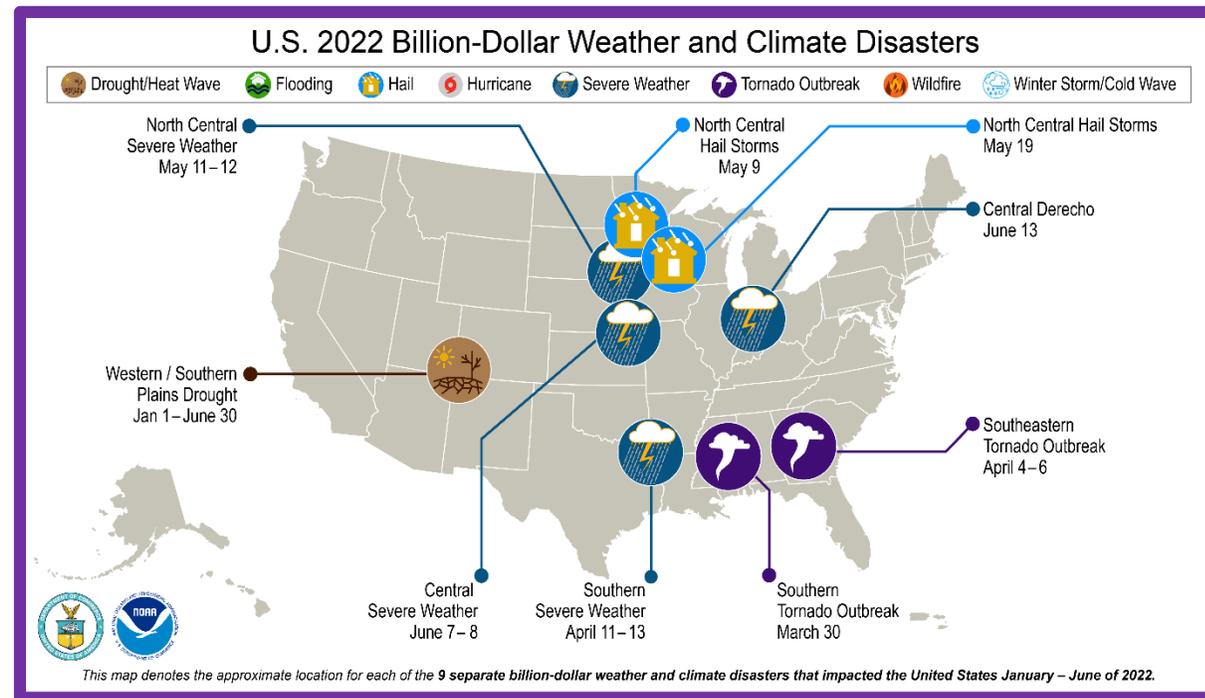
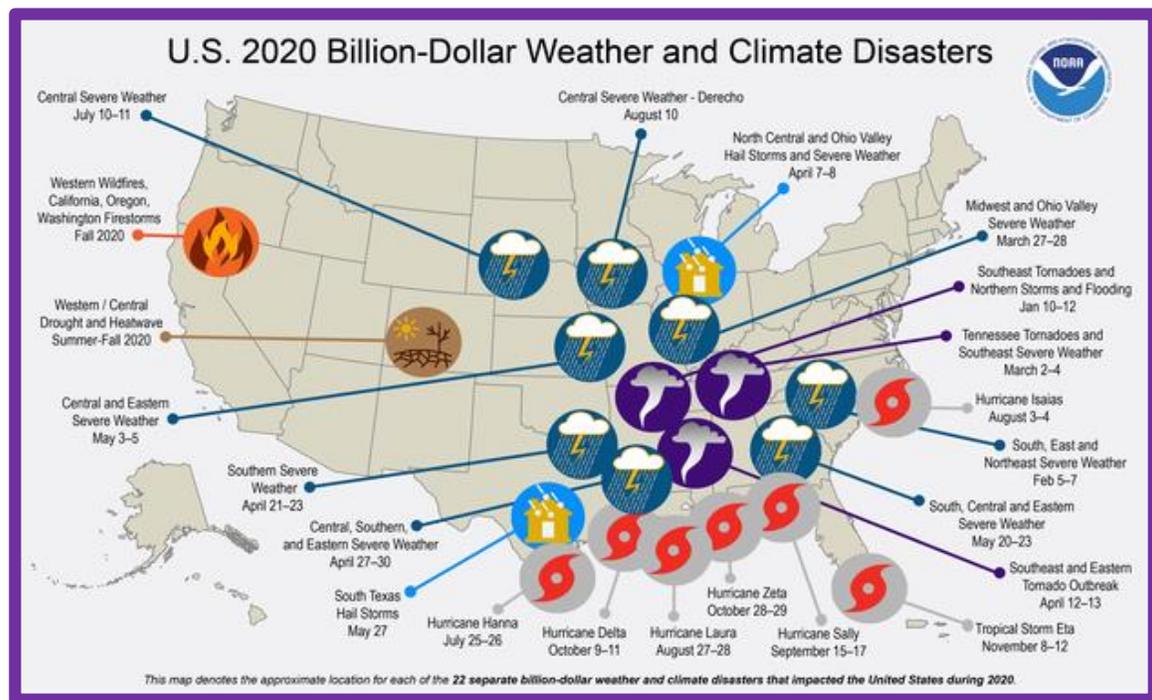
**Por que Hidrogênio  
Agora?**

# Cenários de emissões anuais de gases de efeito estufa



# Por que é necessário mudar a base energética mundial

## Mitigar ocorrência de fenômenos climáticos extremos!





# **Alguns Aspectos Importantes na Governança da Transição Energética**

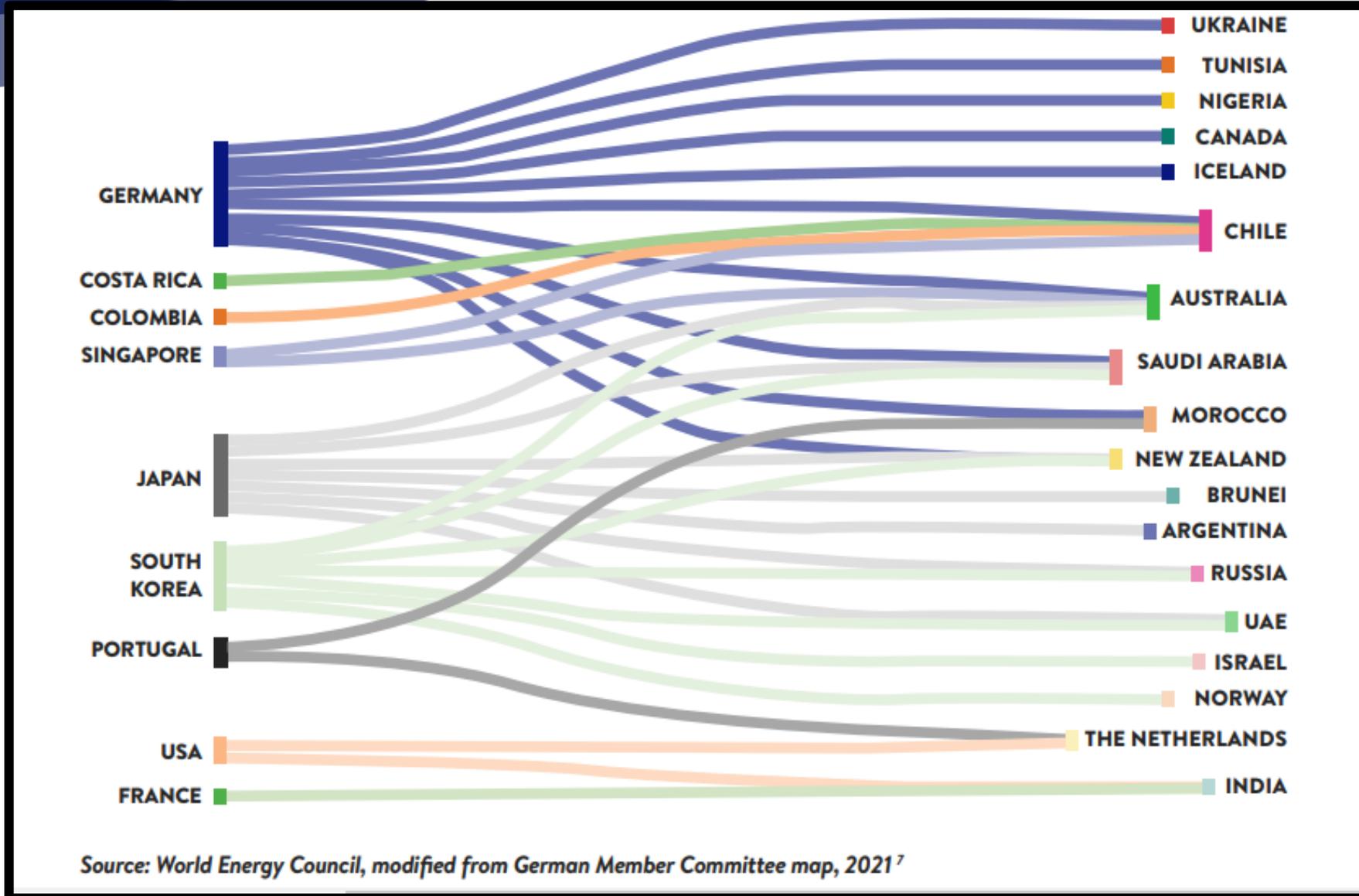
# Importância dos Eixos Temáticos de Atuação



Fonte: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-apresenta-ao-cnpe-proposta-de-diretrizes-para-o-programa-nacional-do-hidrogenio-pnh2/HidrognioRelatriodiretrizes.pdf> (2022)

Fonte: Green Hydrogen in China: A Roadmap for Progress (2023)

# Parcerias Bilaterais estabelecidas



# Planos Estratégicos Divulgados Internacionalmente até junho de 2023

2017-2019

5 jurisdictions



Japan



France



South  
Korea



New  
Zealand



Australia

2020

10 jurisdictions



Netherlands



Norway



Germany



Spain



European  
Union



Portugal



Russia



Chile



Finland



Canada

2021

13 jurisdictions



Italy



Poland



Slovakia



Paraguay



Hungary



Morocco



Czech  
Republic



United  
Kingdom



Colombia



Sweden



United Arab  
Emirates



Luxembourg



Belgium

2022

6 jurisdictions



South  
Africa



China



Denmark



Austria



Uruguay

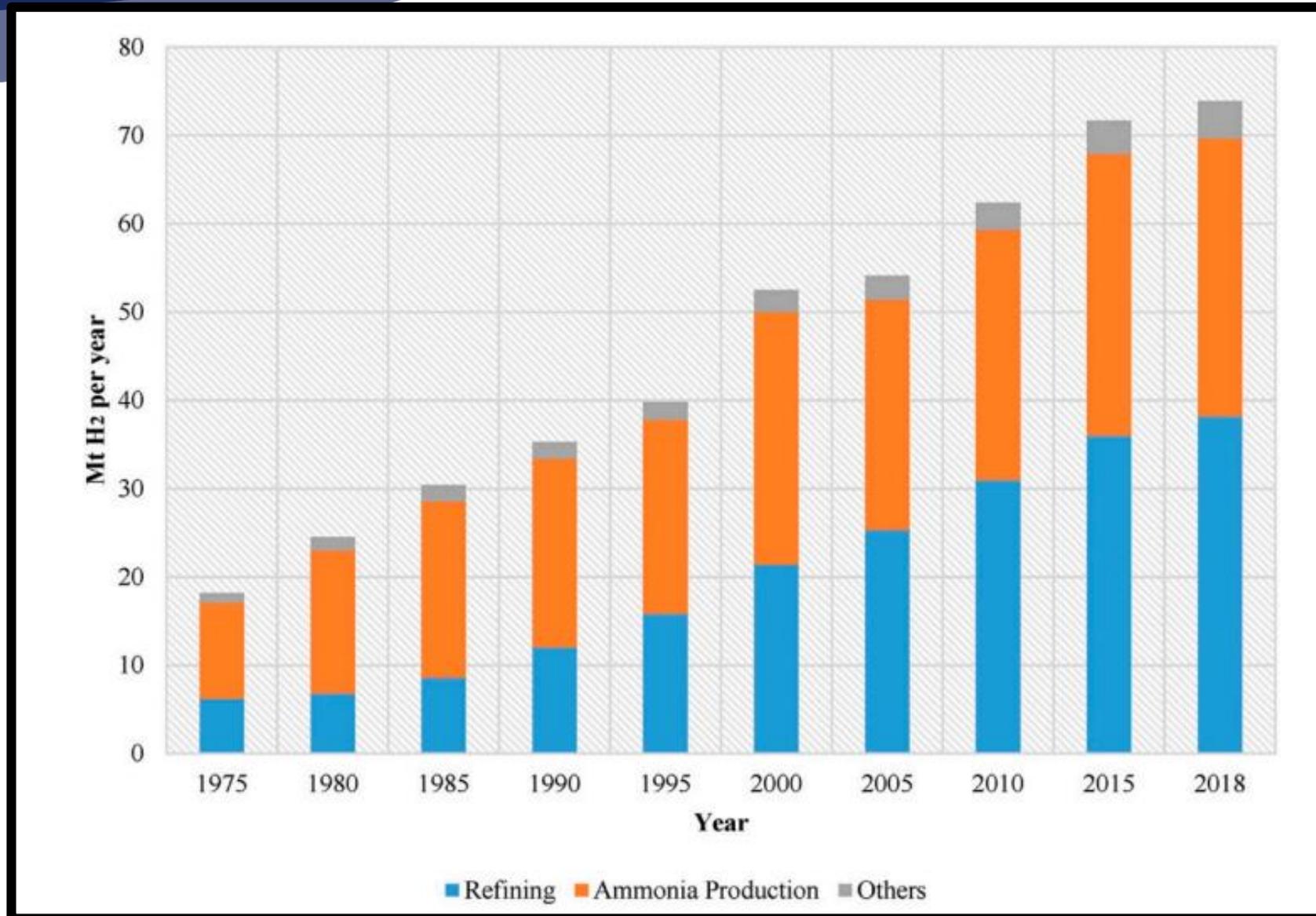


Oman



# **Diferenciais do Brasil na Corrida do Hidrogênio**

# Consumo de H2 no Mundo



Fonte: The Hydrogen Color Spectrum: Techno-Economic Analysis of the Available Technologies for Hydrogen Production (2023)

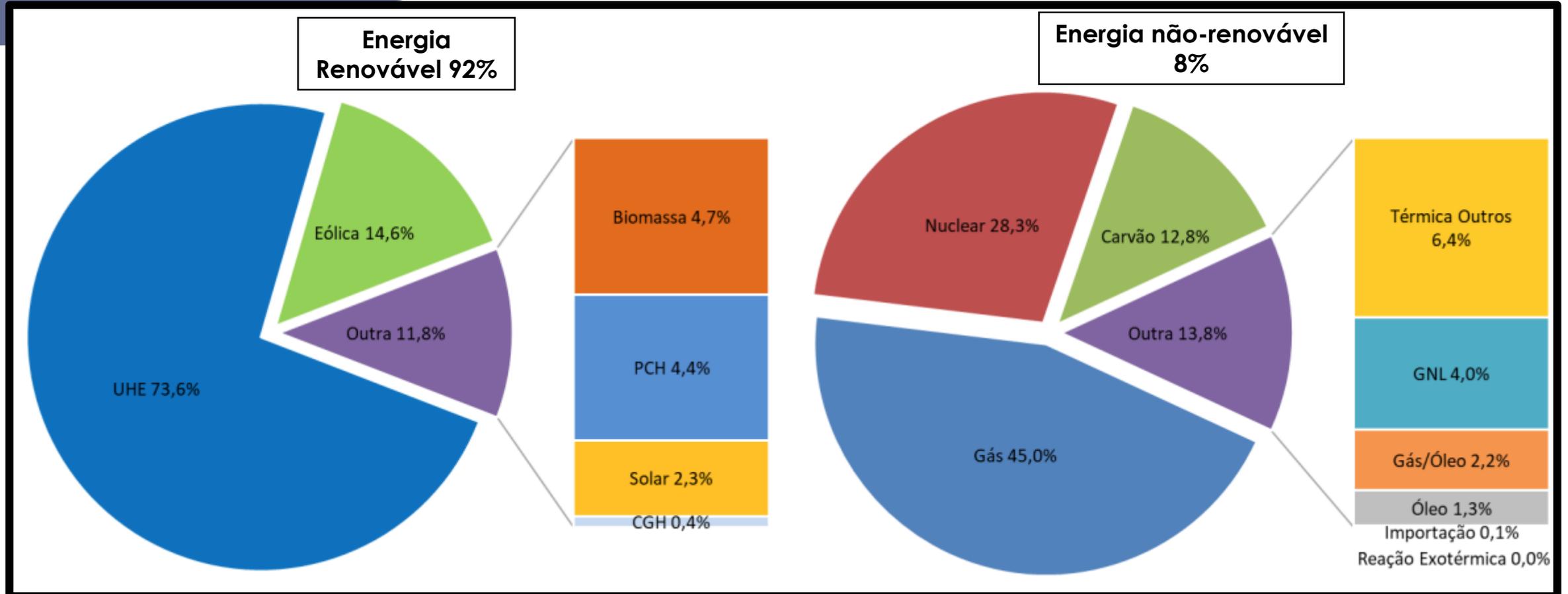
# Principal Produtor de H2 no Brasil: Petrobras

## 0,6 Mt/ano

Tabela 4 – Capacidade de produção de hidrogênio em UGH por refinaria

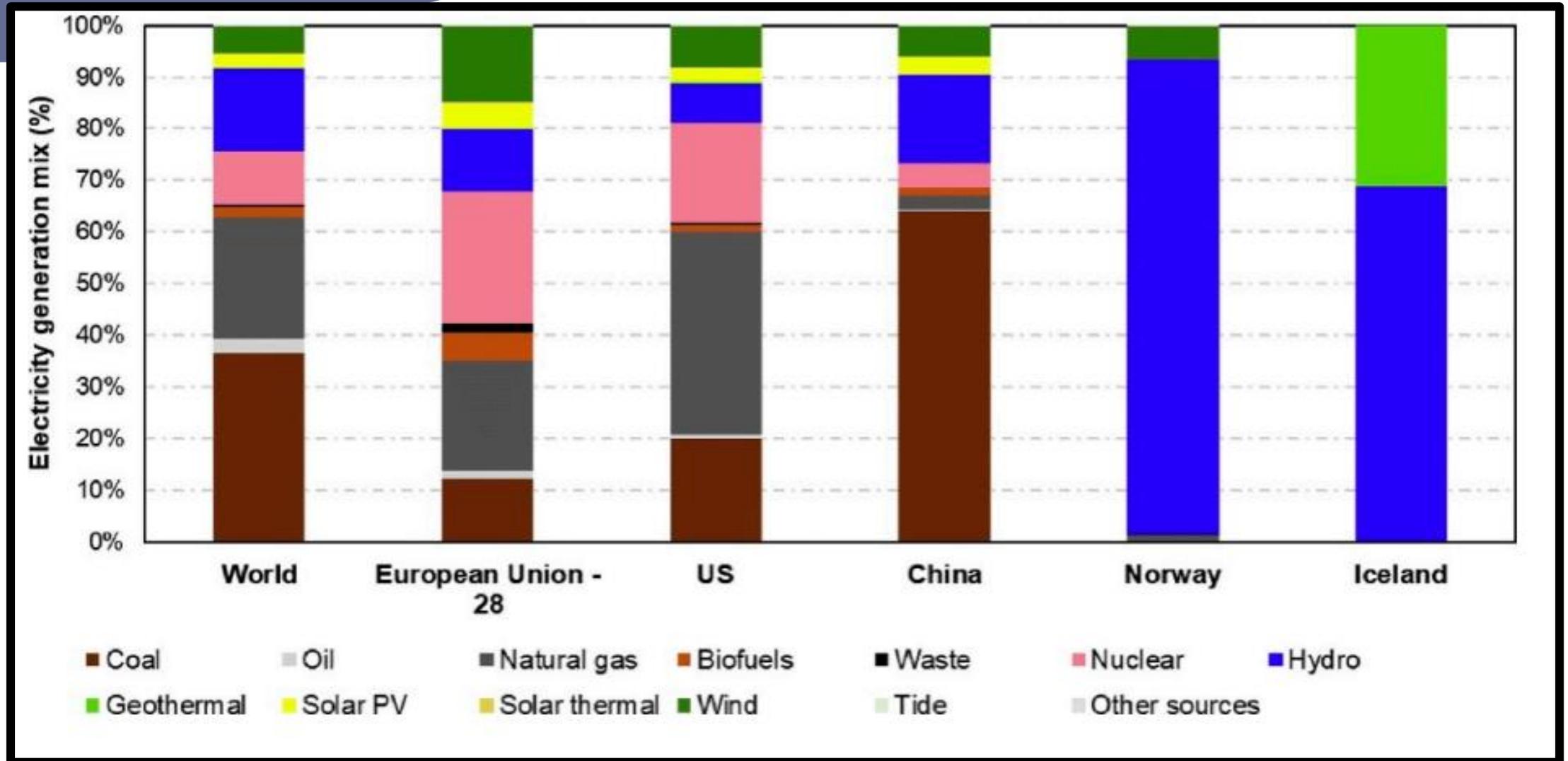
Refinarias	Capacidade nominal (Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> /d)
Refinaria de Paulínia (Replan)	3.570.000
Refinaria de Mataripe	1.360.000
Refinaria Duque de Caxias (Reduc)	625.000
Refinaria Henrique Lage (Revap)	1.488.000
Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Repar)	1.870.000
Refinaria Alberto Pasqualini (Refap)	1.800.000
Refinaria Presidente Bernardes (RPBC)	2.870.000
Refinaria Gabriel Passos (Regap)	1.760.000
Refinaria Abreu e Lima (RNEST)	3.000.000
Refinaria de Capuava (Recap)	550.000
Refinaria Lubrificantes do Nordeste (Lubnor)	35.000

# Matriz Elétrica do Brasil



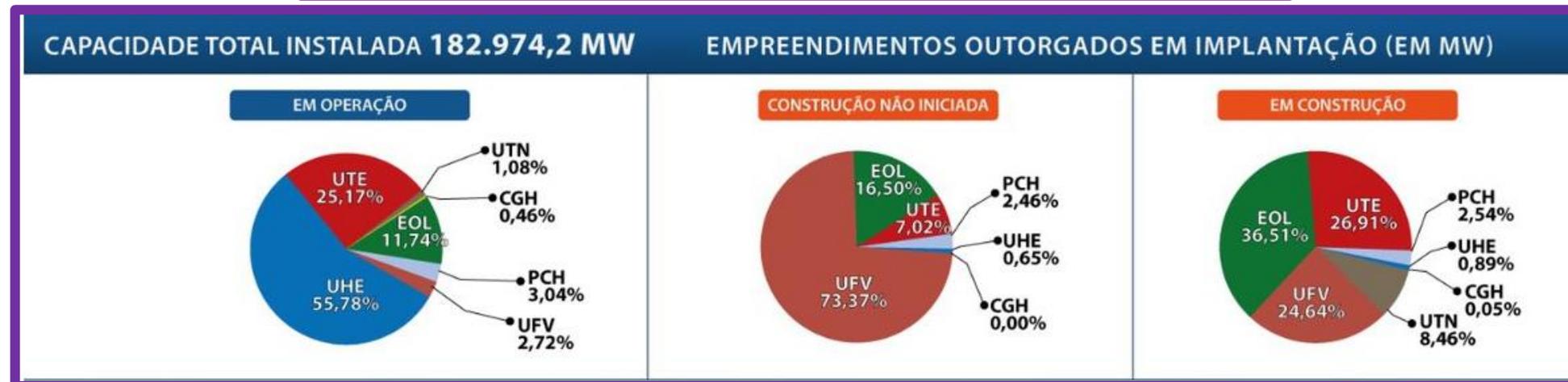
Fonte: CCEE, 2023

# Matriz Elétrica Mundial



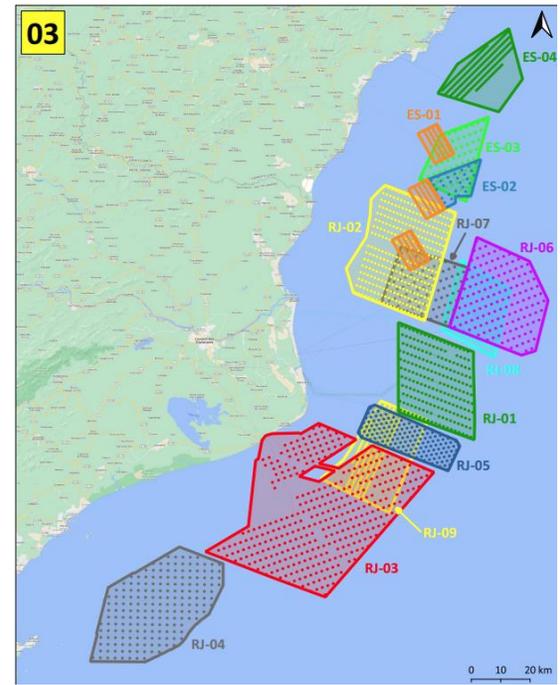
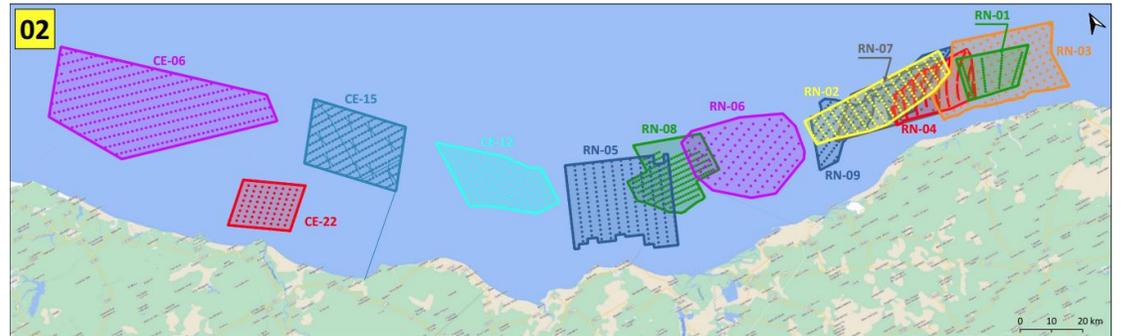
Fonte: The Hydrogen Color Spectrum: Techno-Economic Analysis of the Available Technologies for Hydrogen Production (2023)

# Potência Elétrica Instalada no Brasil



Fonte: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/expansao-na-matriz-eletrica-foi-de-200-mw-em-abril-com-acrescimos-em-cinco-estados>

# PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE COM PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO IBAMA



**Potência Instalada  
Projetada: 189.068 MW**

**~ 13 Itaipus**

**Dobra a capacidade atual!**

# Parques eólicos e solares em construção

Filtrar projetos

Eólica

Hidrelétrica

Solar



**43,5** GW

EM PROJETOS DESENVOLVIDOS OU EM DESENVOLVIMENTO

12,9 GW

EM PROJETOS EÓLICOS E SOLARES VENDIDOS

1,8 GW

IMPLANTADOS PELA CASA DOS VENTOS

1,1 GW

DE PROJETOS EM CONSTRUÇÃO

1.000

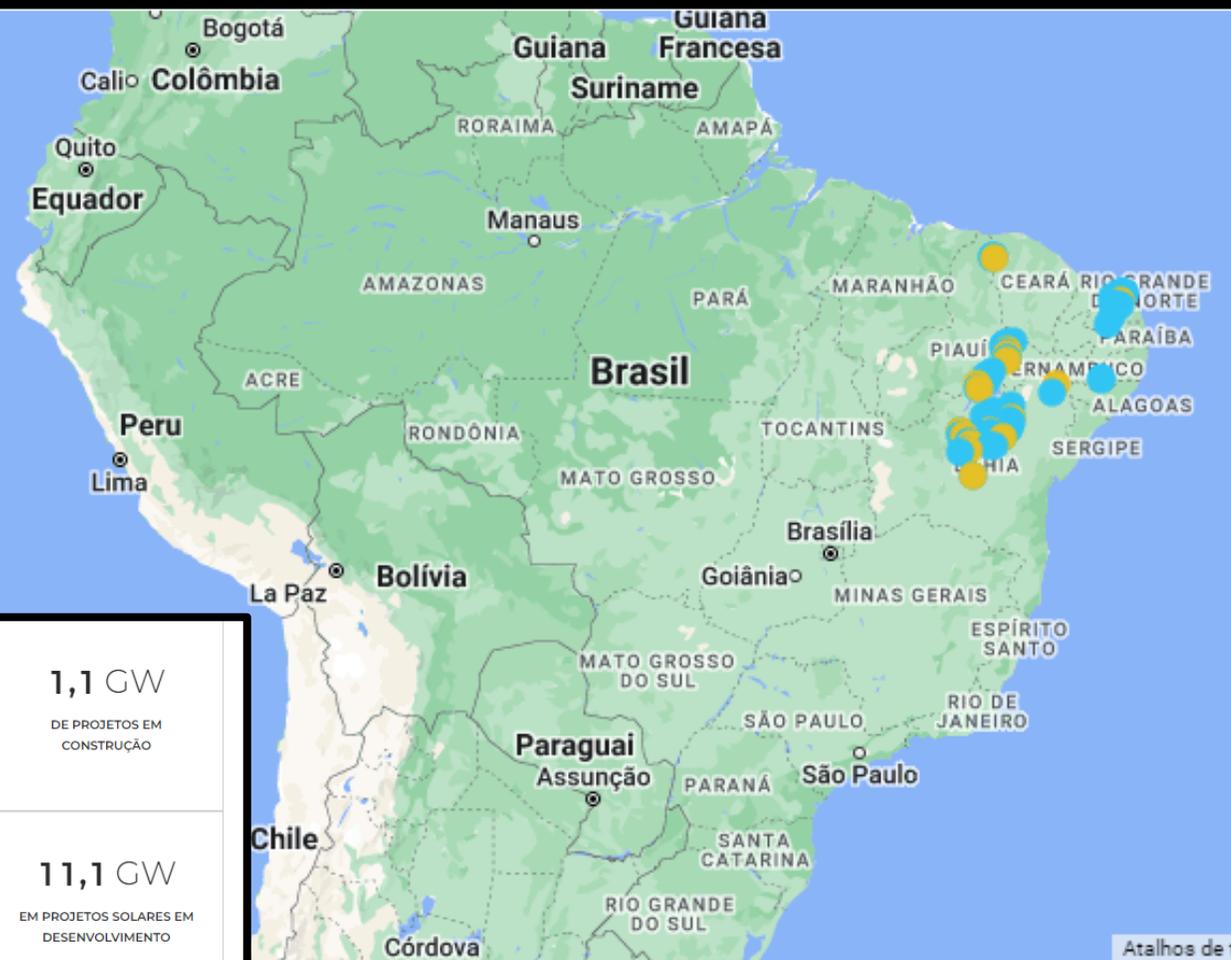
ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO

19,5 GW

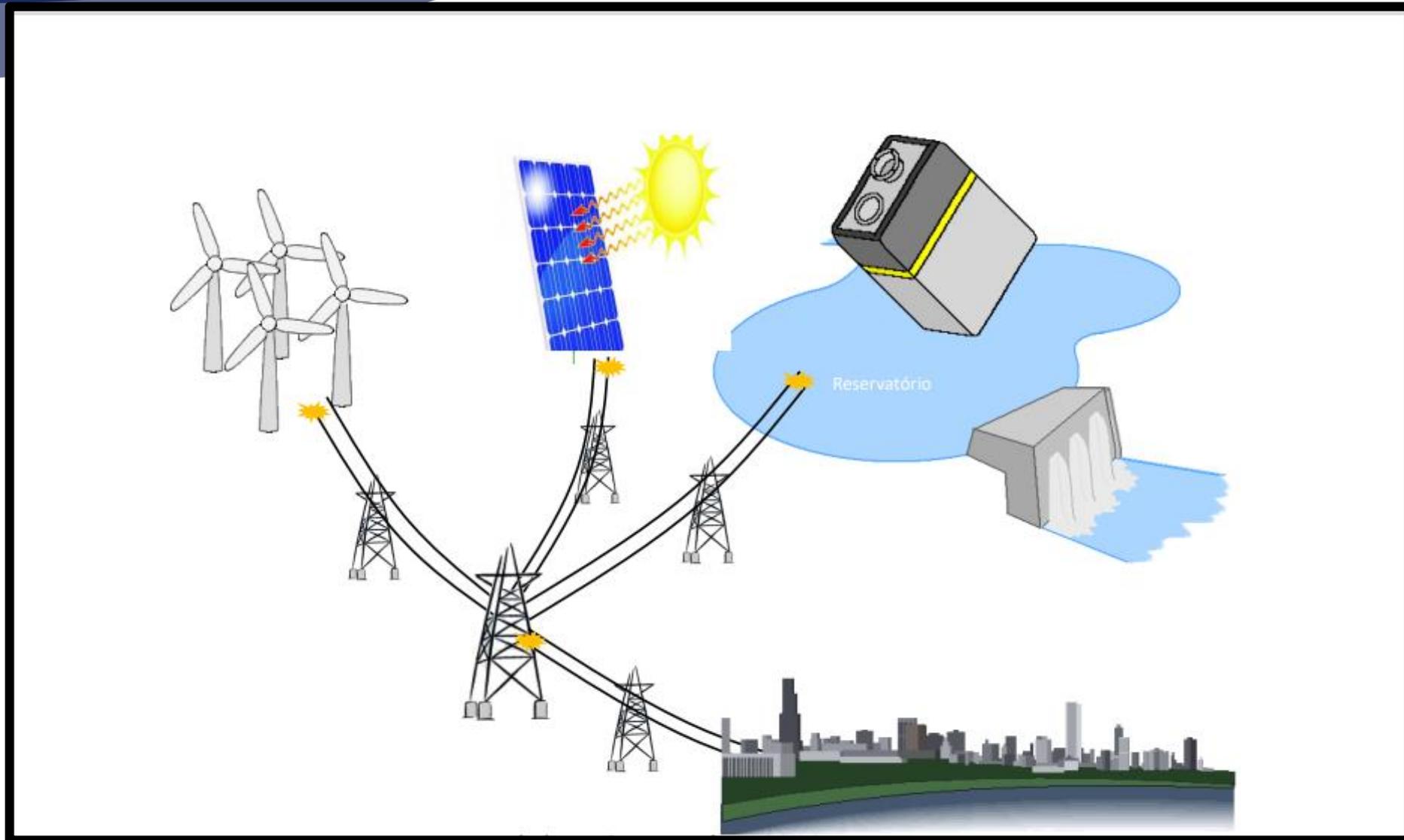
EM PROJETOS EÓLICOS EM DESENVOLVIMENTO

11,1 GW

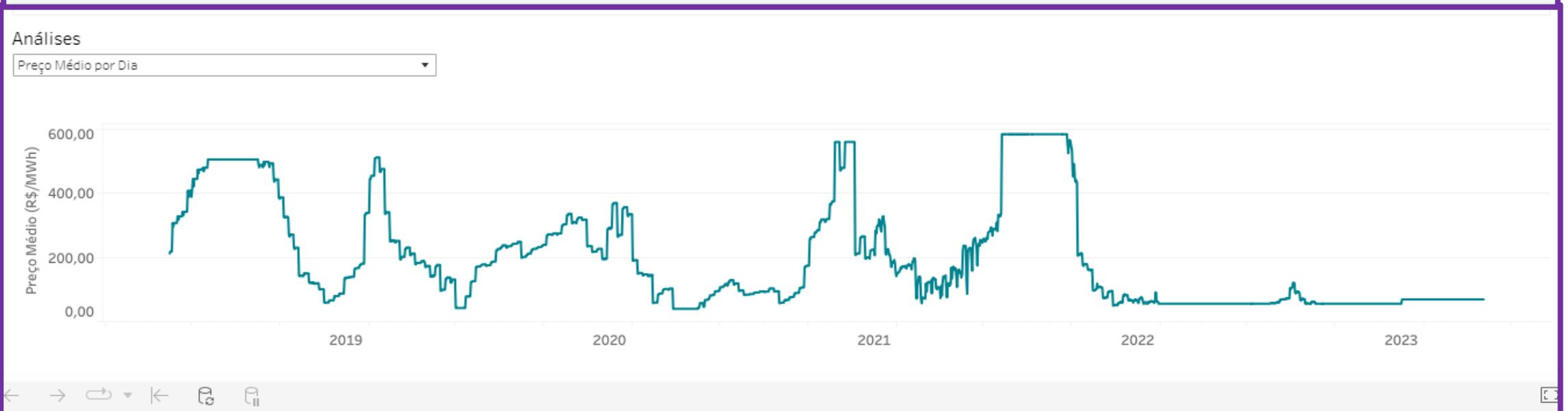
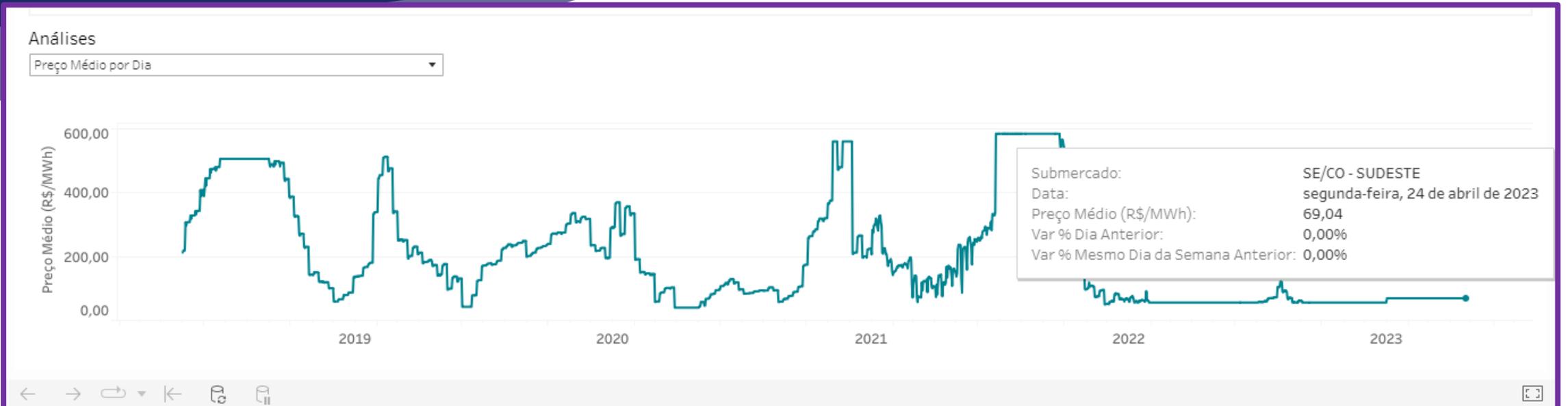
EM PROJETOS SOLARES EM DESENVOLVIMENTO



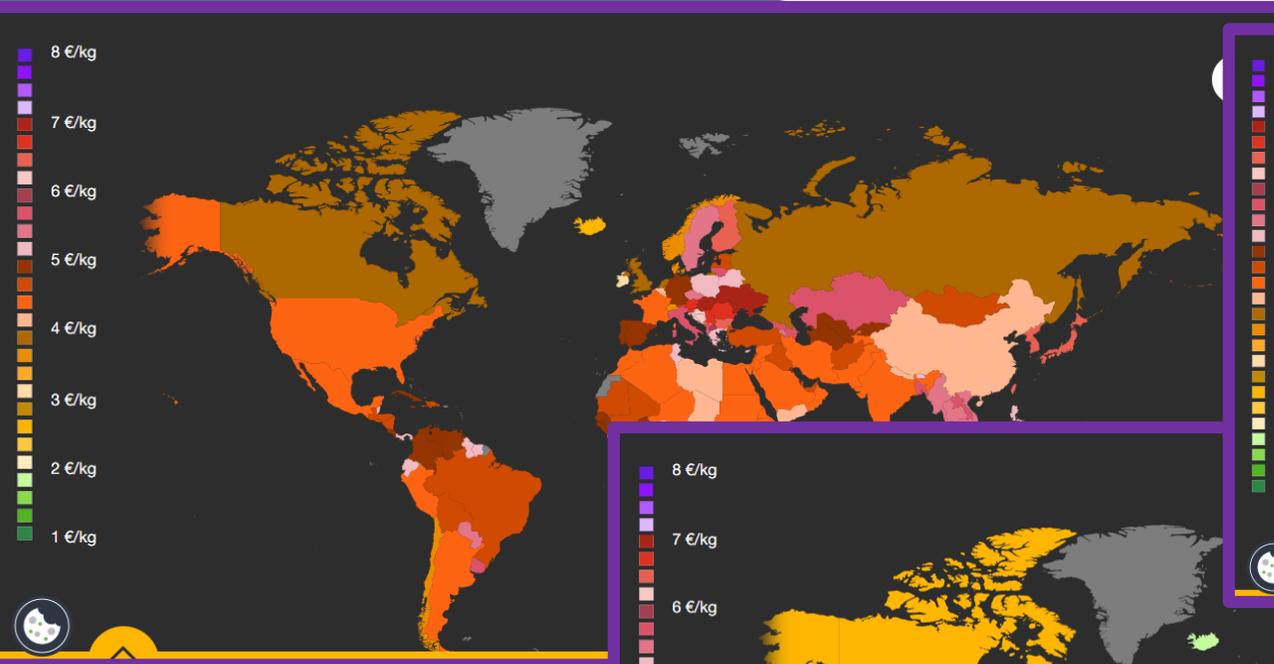
# Tendência do Setor Elétrico Brasileiro



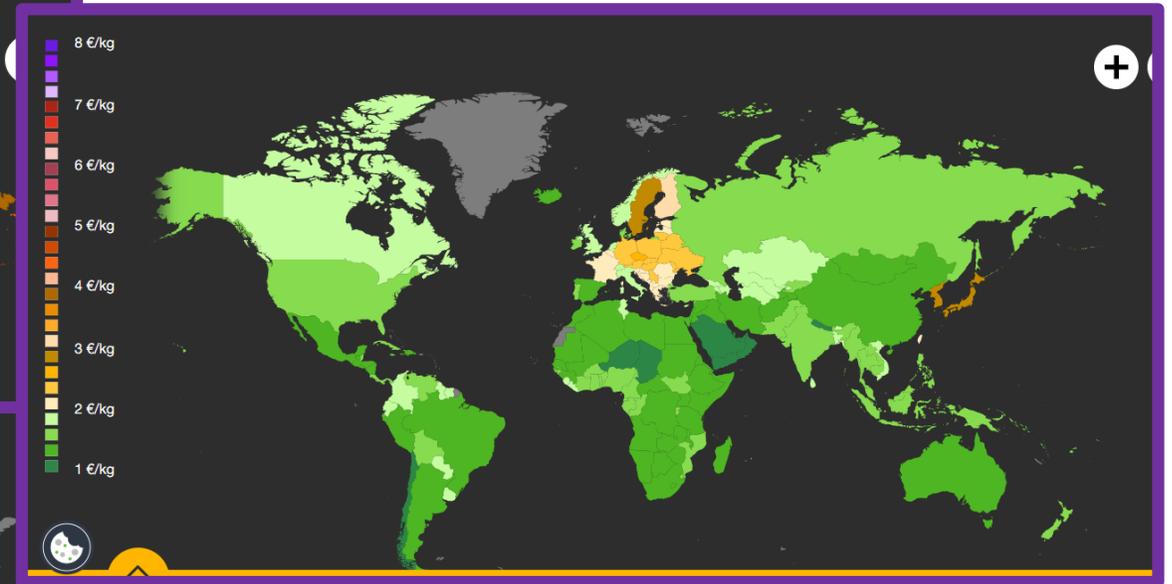
# Preço de MWh no Brasil



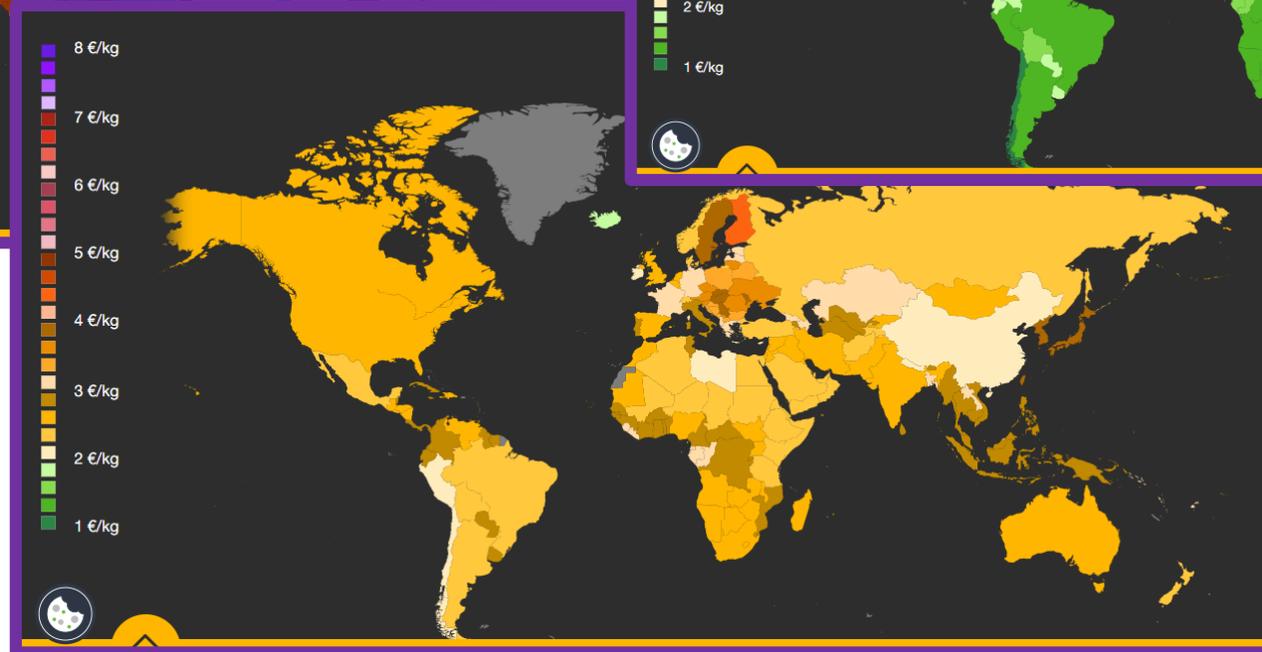
# Custos do Hidrogênio: atual (1) e previstos para 2030 (2) e 2040 (3)



(1)

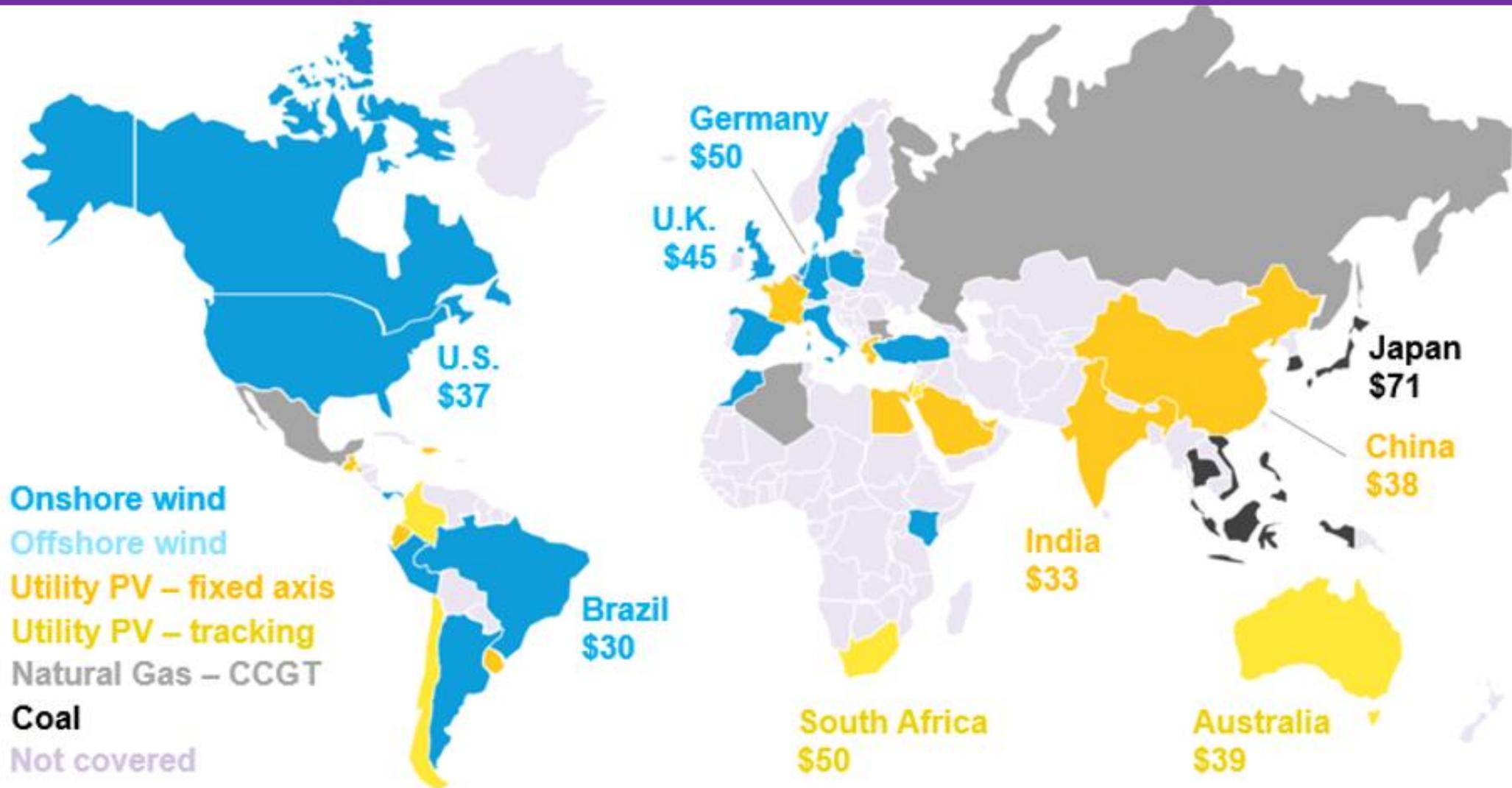


(3)



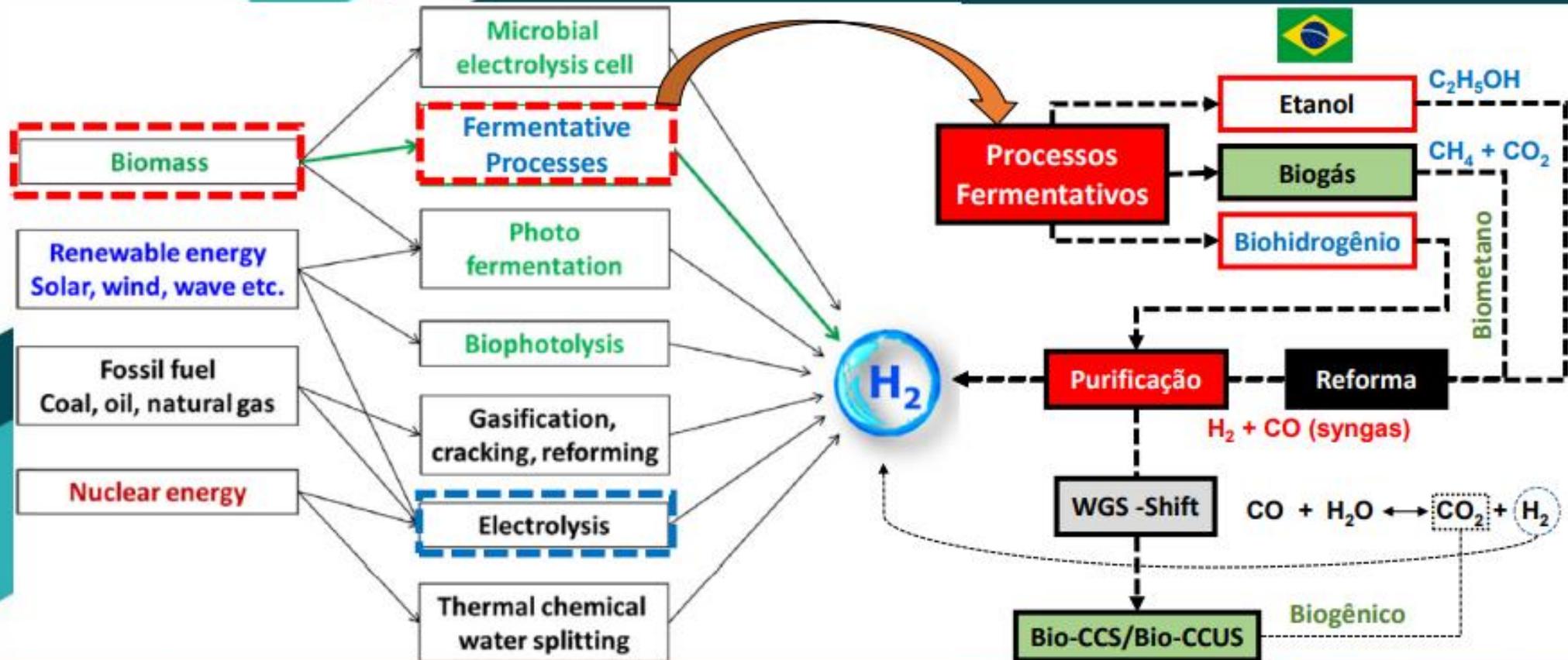
(2)

# Custos Projetados de Energia Elétrica



Source: BloombergNEF. Note: LCOE calculations exclude subsidies or tax-credits. Graph shows benchmark LCOE for each country in \$ per megawatt-hour. CCGT: Combined-cycle gas turbine.

# Rotas - H<sub>2</sub> renovável a partir da biomassa



Principais matérias primas e rotas de produção de Hidrogênio

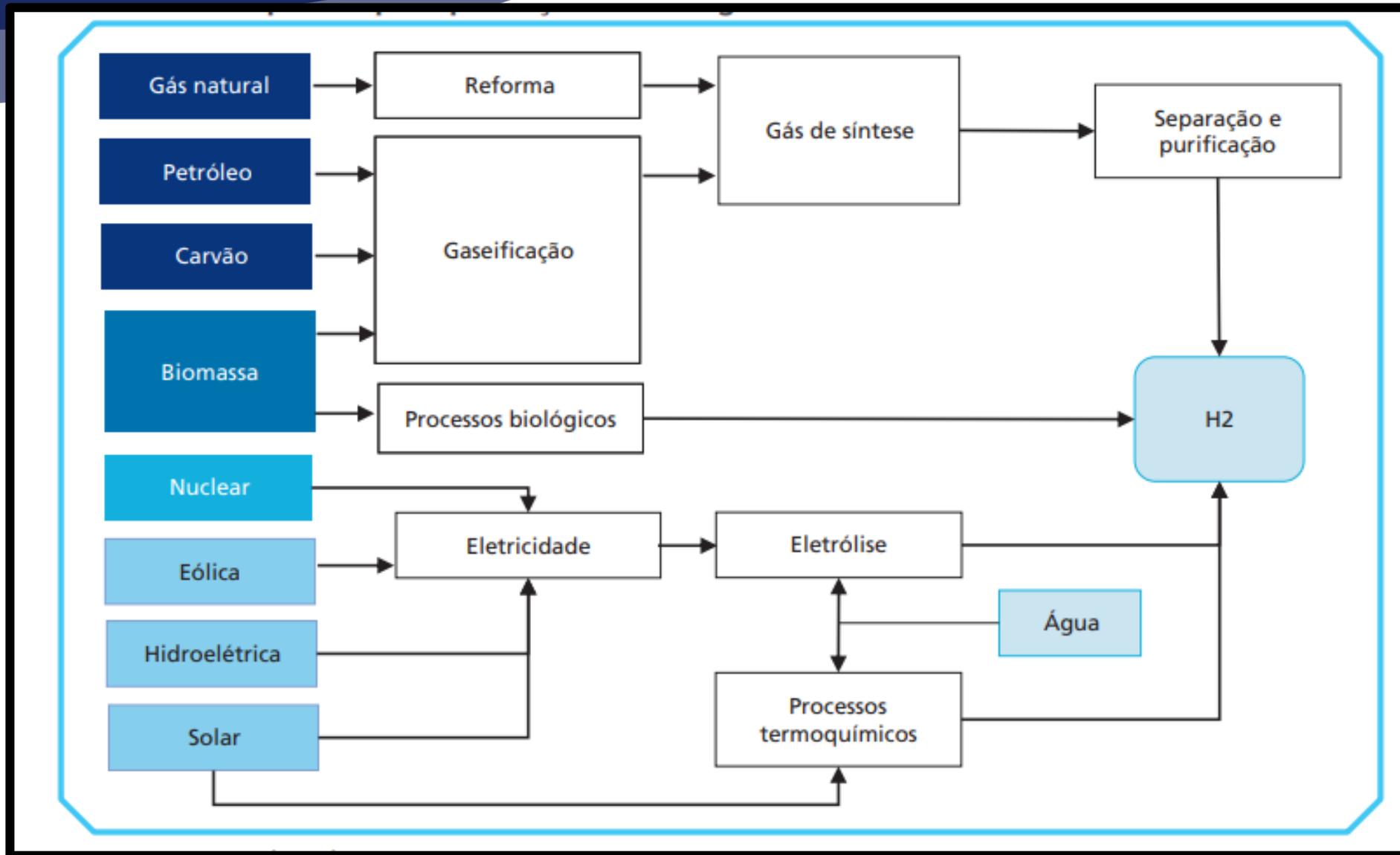
Adaptado de: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92 (2018) 284-306





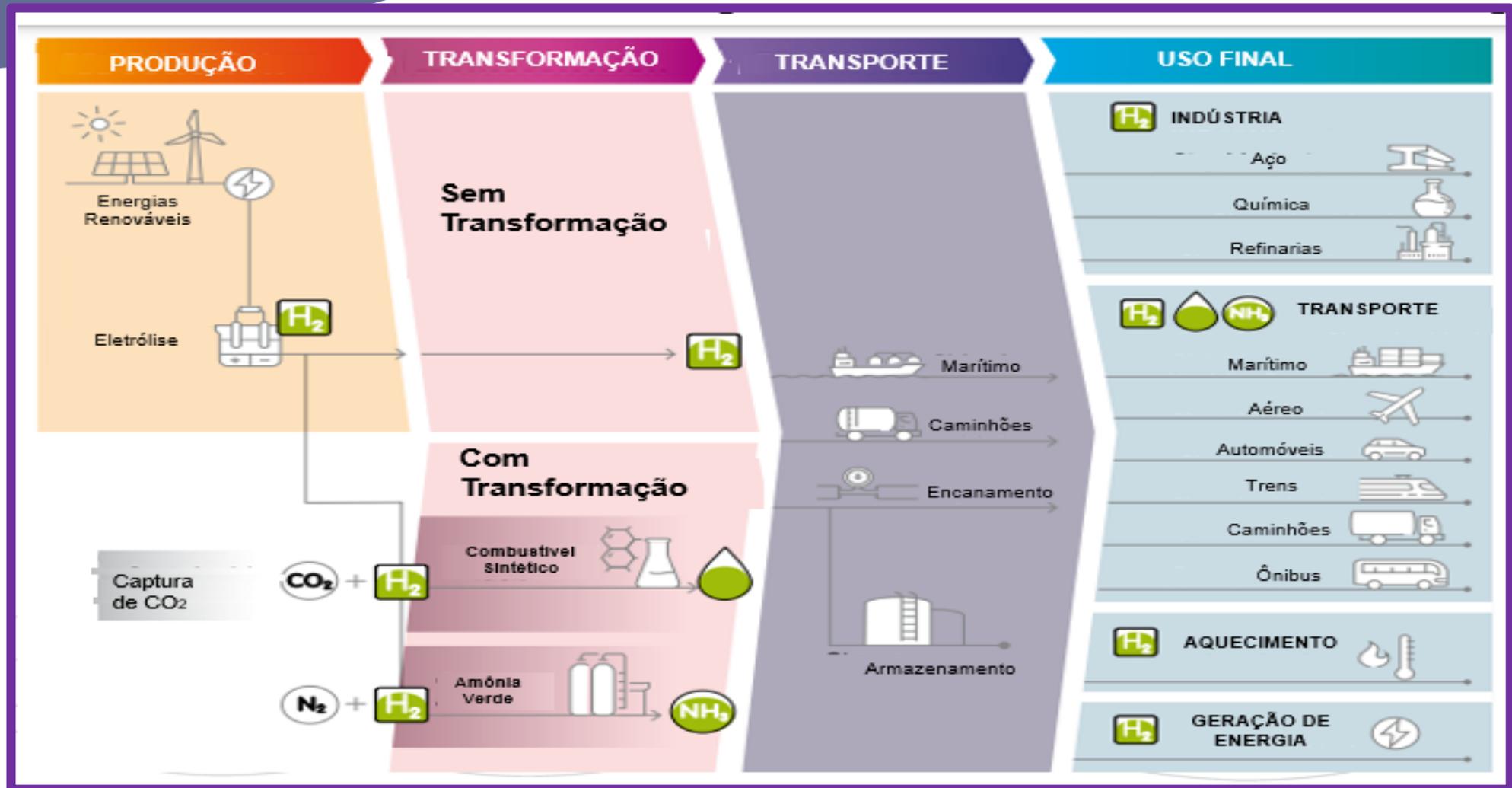
# **Classificação de Rotas de Produção de H<sub>2</sub> e Certificação de Origem**

# Principais Rotas de Produção de Hidrogênio



Fonte: PANORAMA DO HIDROGÊNIO NO BRASIL - IPEA (2022)

# Cadeia de Valor do Hidrogênio



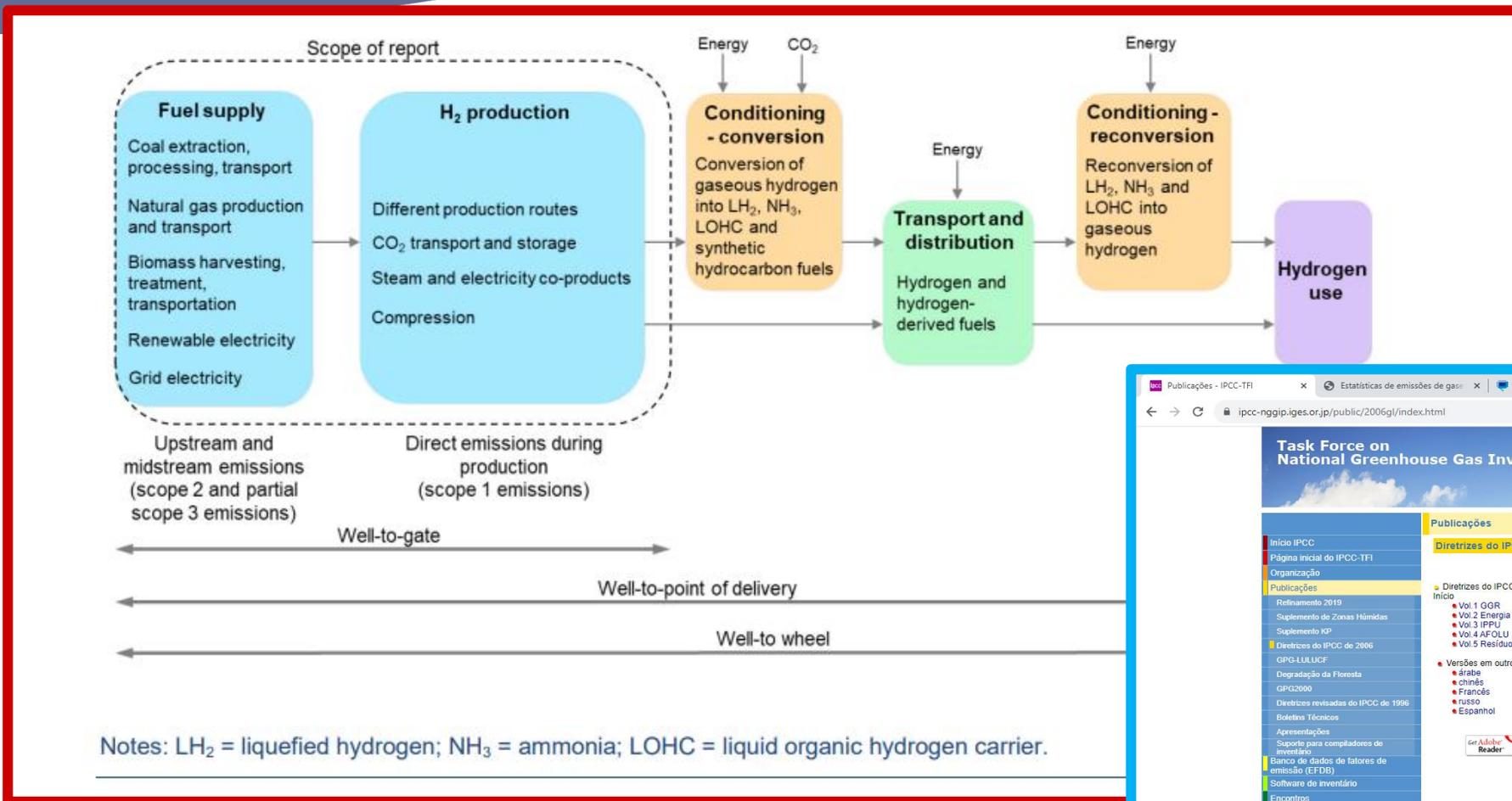
Fonte: Adaptado de IRENA (2019).

# Espectro ilustrativo de cores de Hidrogênio

	Terminology	Technology	Feedstock/ Electricity source	GHG footprint*
PRODUCTION VIA ELECTRICITY	Green Hydrogen	Electrolysis	Wind, Solar, Hydro, Geothermal, Tidal	Minimal
	Purple/Pink Hydrogen		Nuclear	
	Yellow Hydrogen		Mixed-origin grid energy	Medium
PRODUCTION VIA FOSSIL FUELS	Blue Hydrogen	Natural gas reforming + CCUS gasification + CCUS	Natural gas, coal	Low
	Turquoise Hydrogen	Pyrolysis	Natural gas	Solid carbon (by-product)
	Grey Hydrogen	Natural gas reforming		Medium
	Brown Hydrogen	Gasification	Brown coal (lignite)	High
	Black Hydrogen		Black coal	

Fonte: WORKING PAPER | NATIONAL HYDROGEN STRATEGIES - World Energy Council, in collaboration with EPRI and PwC (2021).

# Escopo e Fronteiras do Sistema para Contabilização de Emissões



Fonte: Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity – IEA (2023).

Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2006).

# Tendência para classificação de Hidrogênio de acordo com a sua origem de produção

“Cada vez mais, a proliferação de **diferentes tonalidades de hidrogênio complica excessivamente a discussão**. Ao mesmo tempo, há um foco crescente na intensidade de carbono ou na equivalência de carbono, além da cor. **A intensidade de carbono – expressa em toneladas CO<sub>2</sub>eq por tonelada de hidrogênio produzido – é um critério para avaliar a pegada de emissões de hidrogênio**. Abre o debate sobre a concorrência entre várias rotas de produção de hidrogênio que cumprem a intensidade de carbono exigida pelo menor custo. Isto irá variar de acordo com o contexto, pelo que, num caso, o hidrogênio produzido utilizando energia eléctrica renovável poderá ser mais apropriado, enquanto noutro contexto, o hidrogênio produzido com captura de carbono poderá ser mais adequado e económico. **Uma abordagem de intensidade de carbono já está em estudo na União Europeia**, onde a Taxonomia da UE – um sistema de classificação que estabelece actividades económicas ambientalmente sustentáveis”

Fonte: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen\\_en#renewable-hydrogen](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen_en#renewable-hydrogen)

# Uma Definição Proposta para Hidrogênio Renovável

“O **hidrogênio renovável** pode ser obtido pela eletrólise da água utilizando eletricidade renovável para dividir a molécula de água em hidrogênio e oxigênio e é referido como “combustíveis renováveis de **origem não biológica**”.

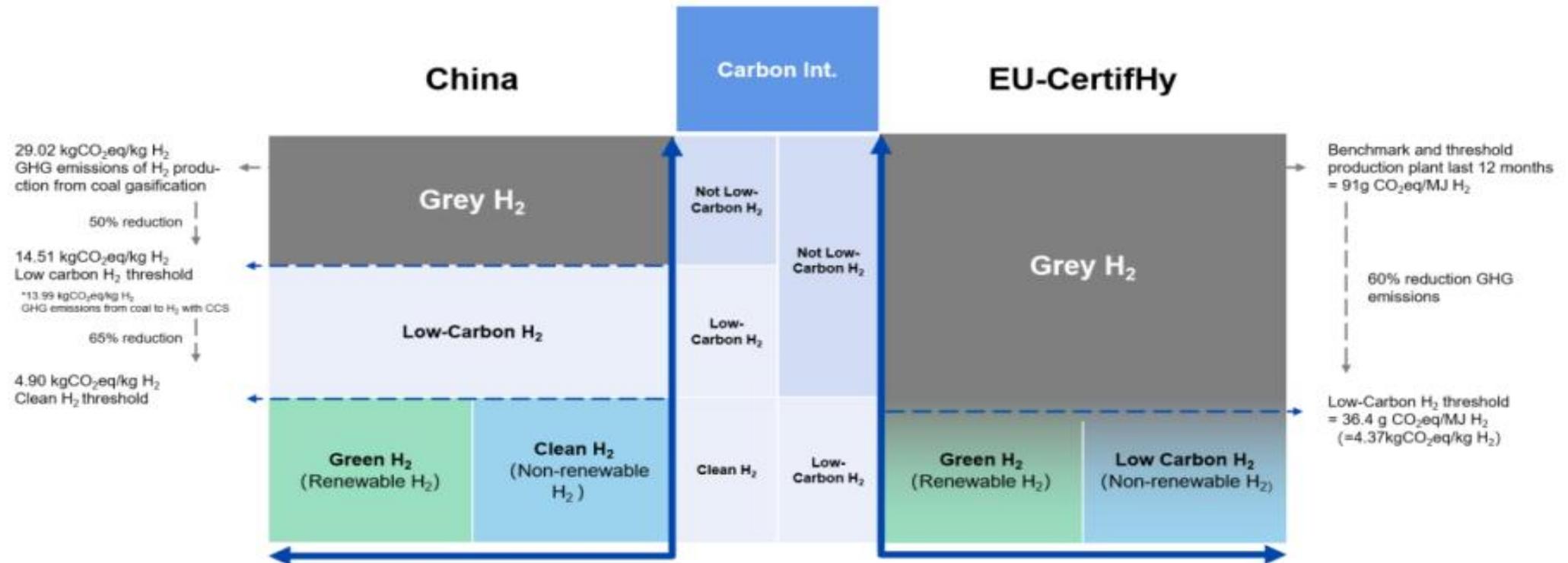
Desempenhará um papel fundamental na descarbonização de setores onde outras alternativas podem ser inviáveis ou mais caras. Pode ser utilizado para substituir o hidrogênio **fóssil nos transportes e nos processos industriais e para iniciar novos produtos industriais, como os fertilizantes verdes e o aço.**

Quando produzido em momentos em que os recursos de energia solar e eólica estão abundantemente disponíveis, o **hidrogênio renovável** também pode apoiar o setor elétrico da UE, proporcionando armazenamento a longo prazo e em grande escala .

O potencial de **armazenamento do hidrogênio é particularmente benéfico para as redes elétricas**, pois permite que a energia renovável seja mantida não só em grandes quantidades, mas também por longos períodos de tempo. Isto significa que o **hidrogênio renovável** pode ajudar a melhorar a flexibilidade dos sistemas energéticos, equilibrando a oferta e a procura quando há demasiada ou pouca energia a ser gerada, ajudando a aumentar a eficiência energética em toda a UE.”

# Consequência: Diferentes Padrões!

**Figure 9.4: The Comparison Between CertifHy and the Proposed Standard in China**



EU = European Union.

Sources: Authors based on CHA (2020b) and CertifHy.

# Hidrogênio: Renovável, Limpo e de Baixo-Carbono

## Standards for Renewable, Clean and Low-Carbon Hydrogen



	Low-carbon hydrogen	Clean hydrogen	Renewable hydrogen
Maximum CO <sub>2</sub> emissions per kilogram of hydrogen	14.51 kg	4.9 kg	4.9 kg
Hydrogen production from renewable energy	Not required	Not required	Required

Source: China Hydrogen Alliance, *Standard and Evaluation of Low-carbon Hydrogen, Clean Hydrogen and Renewable Hydrogen*, 2020

Fonte: [https://www.rifs-potsdam.de/sites/default/files/2022-12/IASS%202022%20China's%20Emerging%20Hydrogen%20Economy%20Webinar\\_12.12.2022.pdf](https://www.rifs-potsdam.de/sites/default/files/2022-12/IASS%202022%20China's%20Emerging%20Hydrogen%20Economy%20Webinar_12.12.2022.pdf)



E agora, José?\*

## Considerações Finais

\*do Poema de Carlos Drummond de Andrade

# Tendências no Mundo

**FIGURA 3: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR**

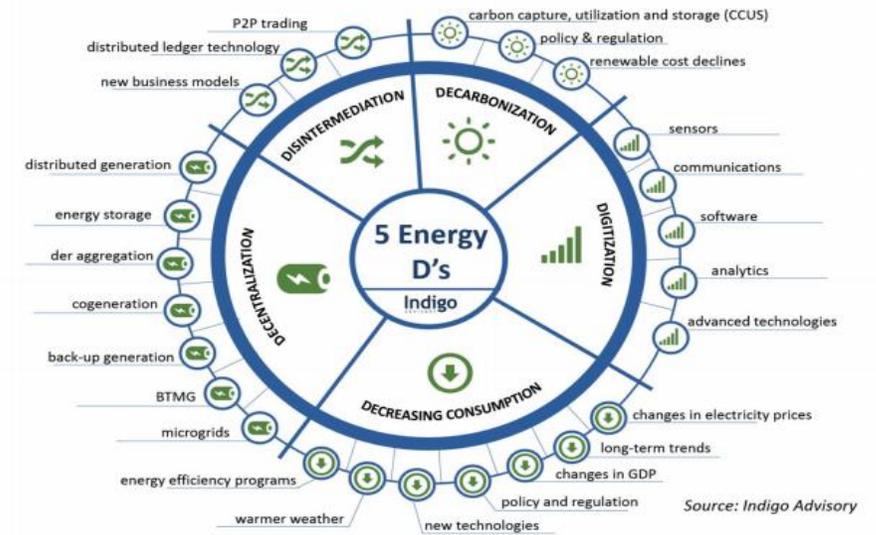
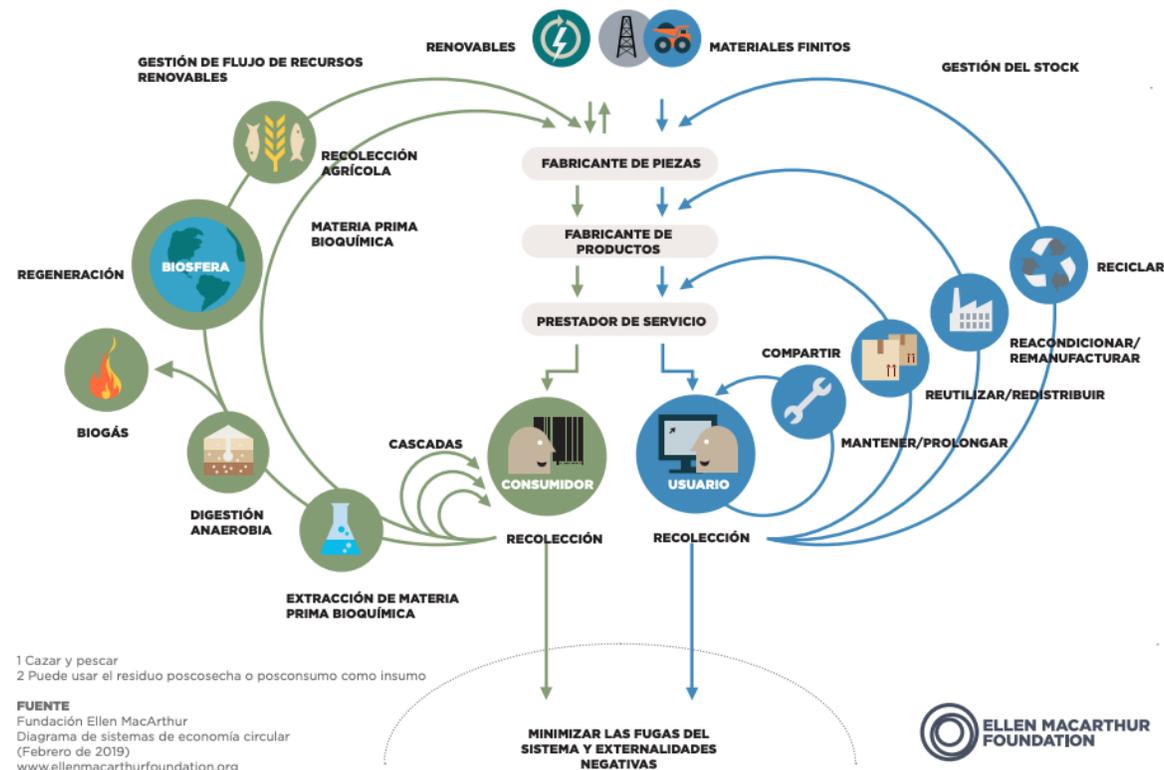


Figura 1. Áreas em transformação no setor de energia

Fonte: <https://www.indigoadvisorygroup.com/blog/2017/11/8/digital-strategies-for-utilities>

Fonte: [https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Presentacion%20Data%20Room%20H2U%20-%20Hidr%C3%B3geno%20Uruguay%20ESP\\_0.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Presentacion%20Data%20Room%20H2U%20-%20Hidr%C3%B3geno%20Uruguay%20ESP_0.pdf)

# Algumas oportunidades

## MERCADO ATUAL ATENDIDO POR ELETROLISADORES NO MUNDO



Food Industry



Glass Industry



Polysilicon Industry



Laboratories



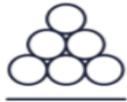
Chemical vapor deposition



Mobility



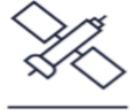
Chemical Industry



Steel Industry



Power Industry



Life support



Thermal processing



Power-To-X (renewable hydrogen)

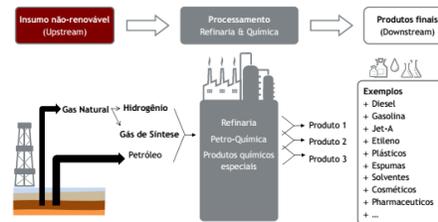
## ÔNIBUS A HIDROGÊNIO PARA TURISMO



## HIDROGÊNIO, BIOMETANO e ELETRO-COMBUSTÍVEIS



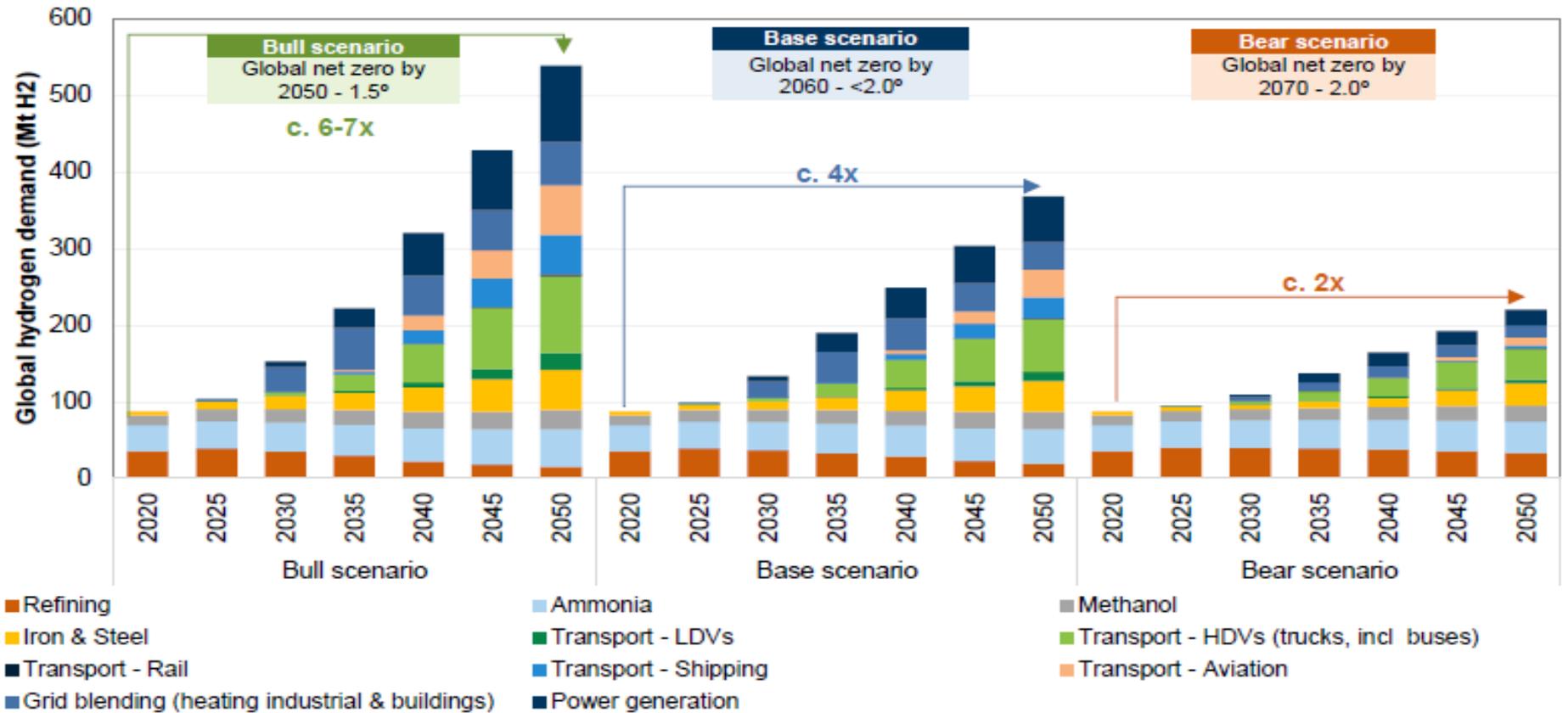
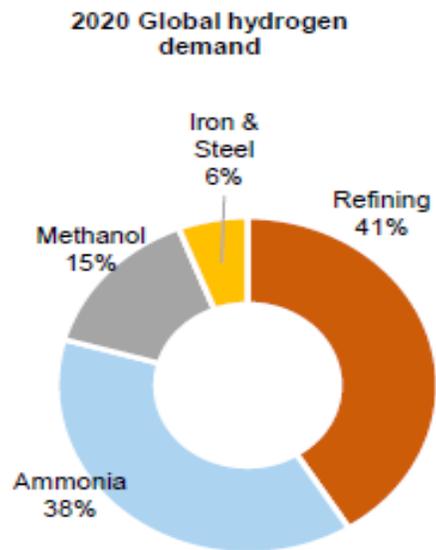
### Conceito teórico de combustíveis sintéticos



## CÉLULAS A COMBUSTÍVEL PARA HOSPITAIS

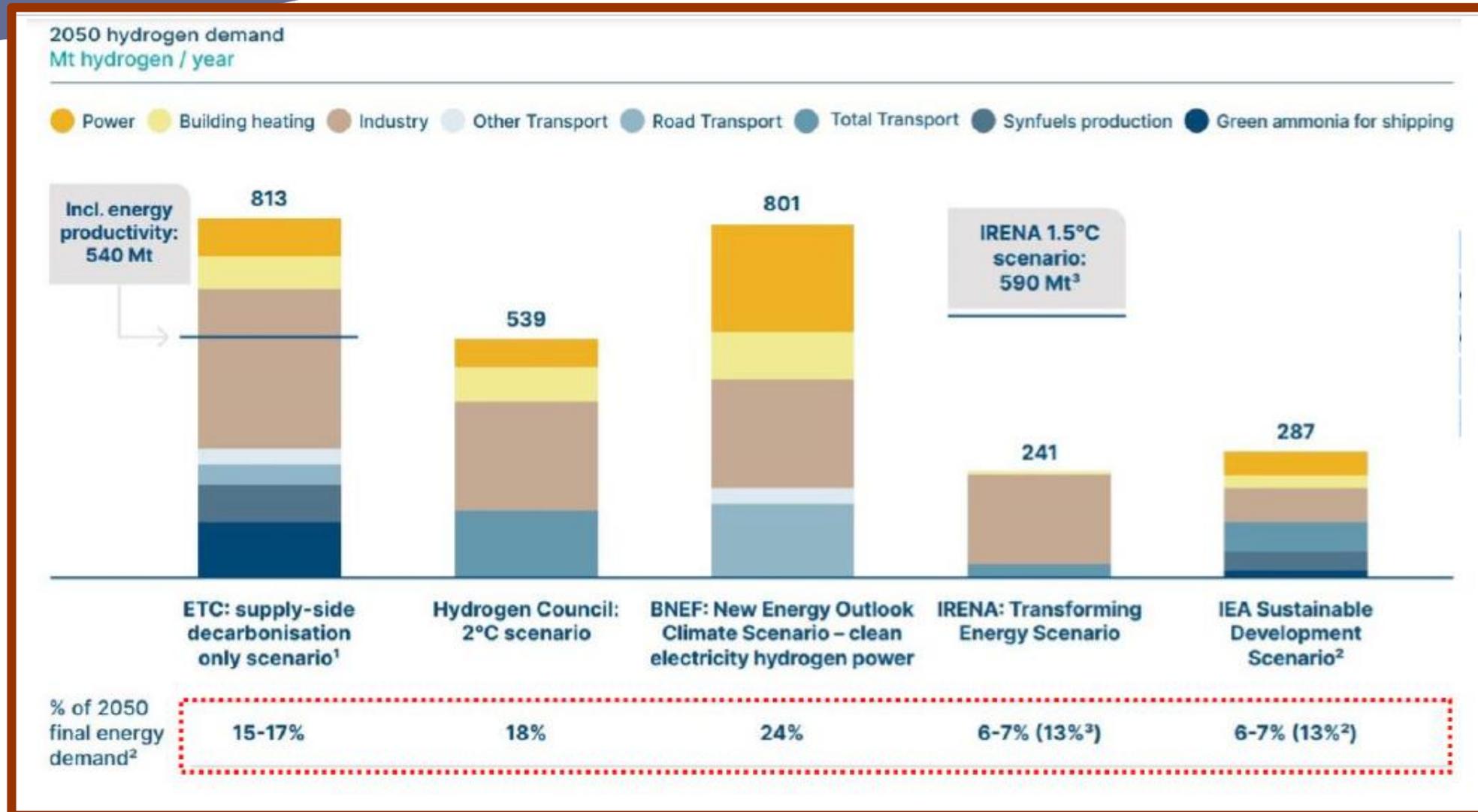


# Previsão de Demanda por Hidrogênio: Diferentes Cenários

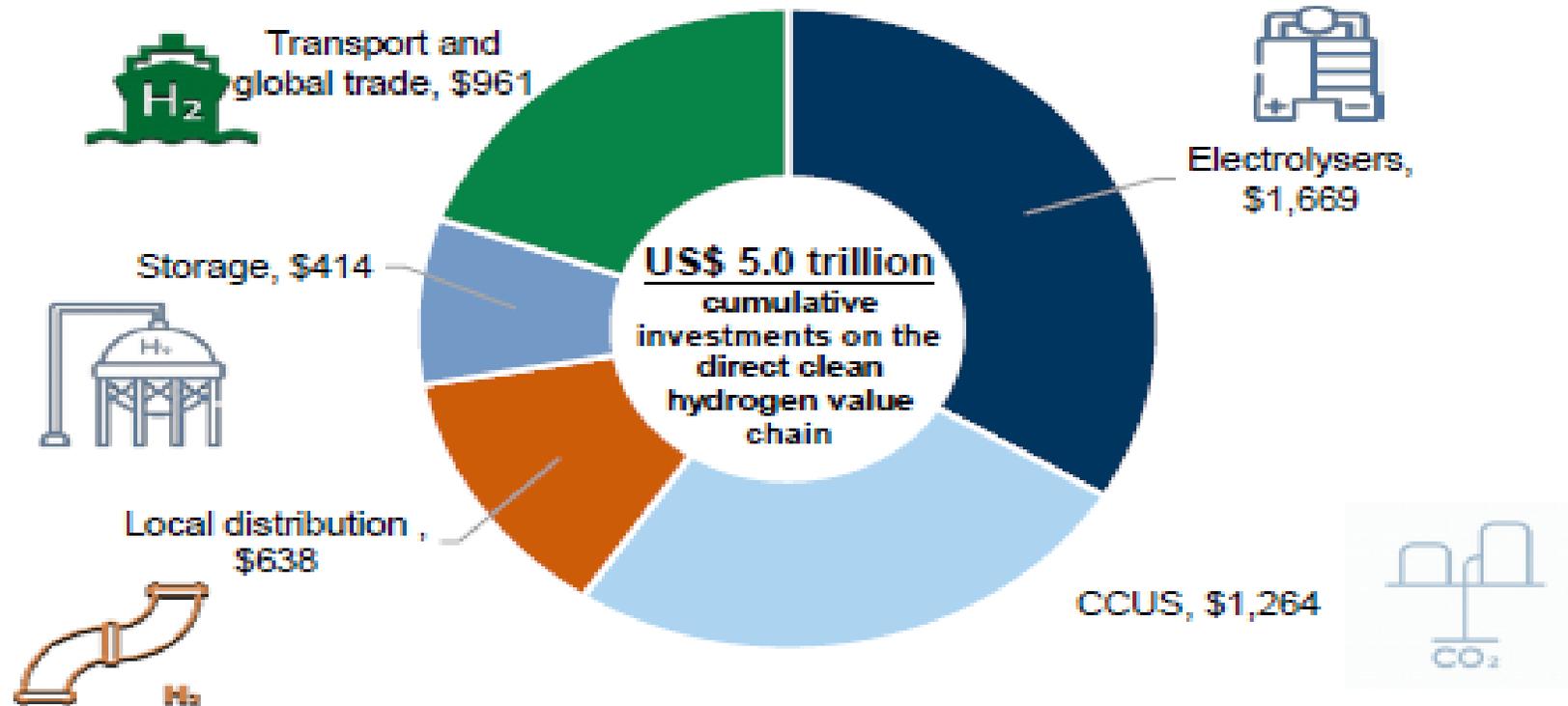


Source: Goldman Sachs Global Investment Research (2022)

# Previsão de Demanda por Hidrogênio: Diferentes Cenários



# Investimento em Hidrogênio previsto



Source: Goldman Sachs Global Investment Research (2022)

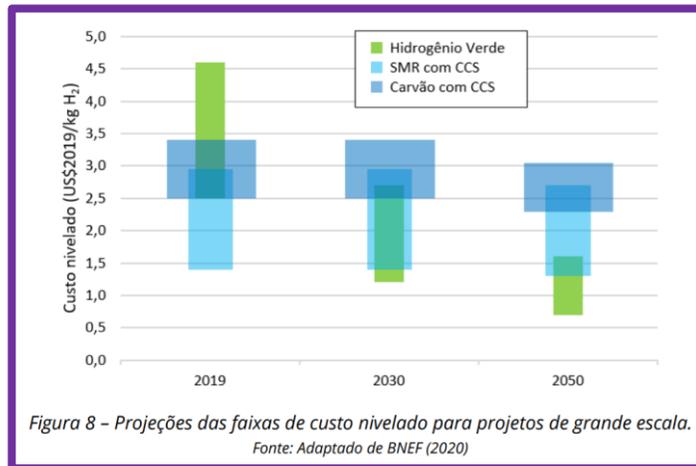
CCUS é a sigla para Carbon capture, utilisation and storage

# Perspectiva de Redução de Custos de Produção

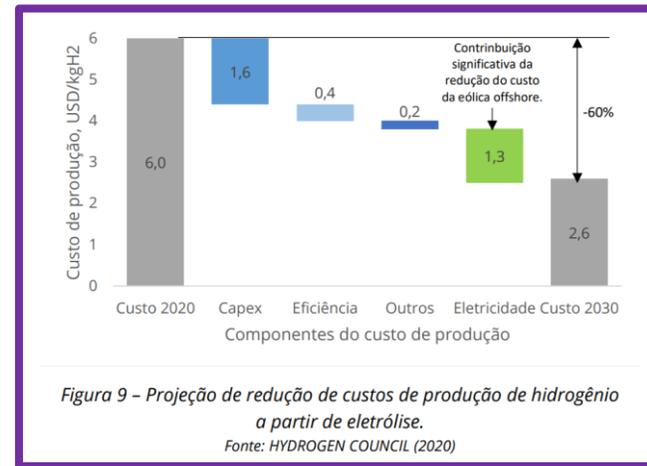
BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE ESTIMA QUE A TECNOLOGIA SE TORNE MAIS COMPETITIVA ATÉ 2030

HYDROGEN COUNCIL APONTA POTÊNCIAL DE REDUÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO.

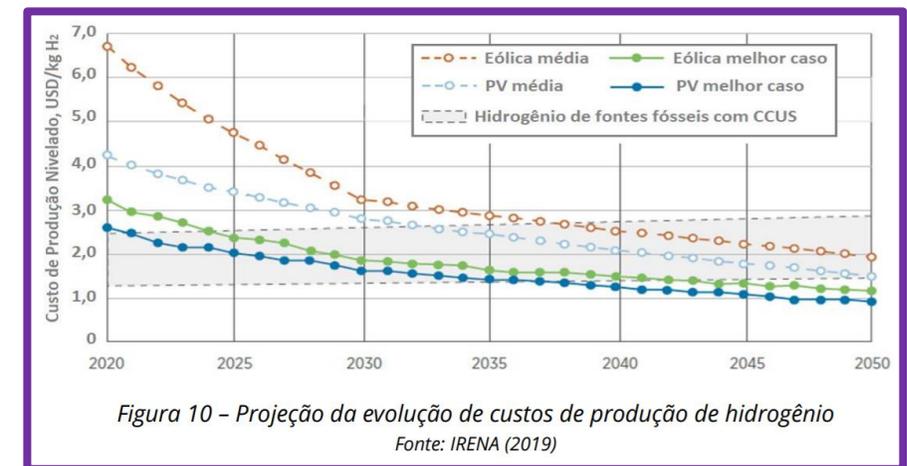
IRENA PROJETA COMPETITIVIDADE DE PRODUÇÃO DE H<sub>2</sub> DE FONTES RENOVÁVEIS EM RELAÇÃO AO H<sub>2</sub> FÓSSIL



Fonte: EPE

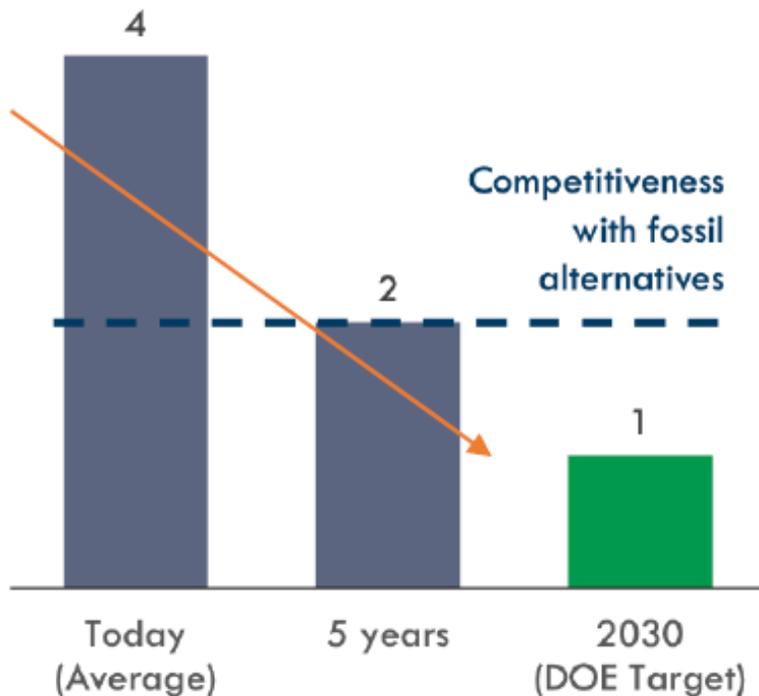


**CAPEX E ELETRICIDADE  
REPRESENTAM MAIORES  
OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO  
de CUSTOS**

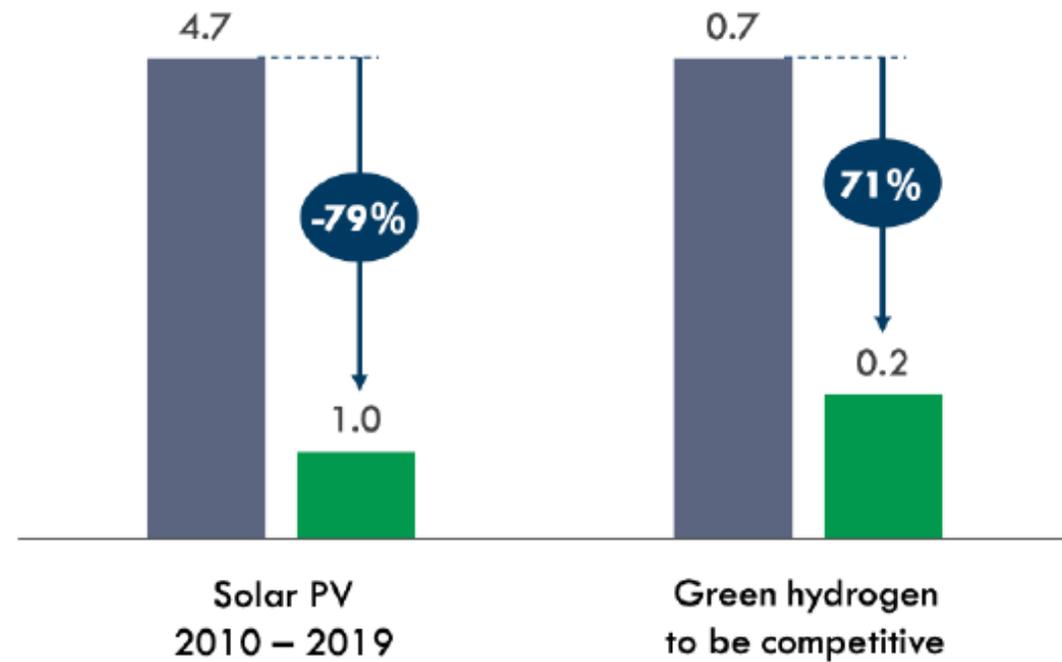


# Por que Hidrogênio não é totalmente comercializado e globalizado hoje?

**Production cost of Green Hydrogen**  
US\$ / kg

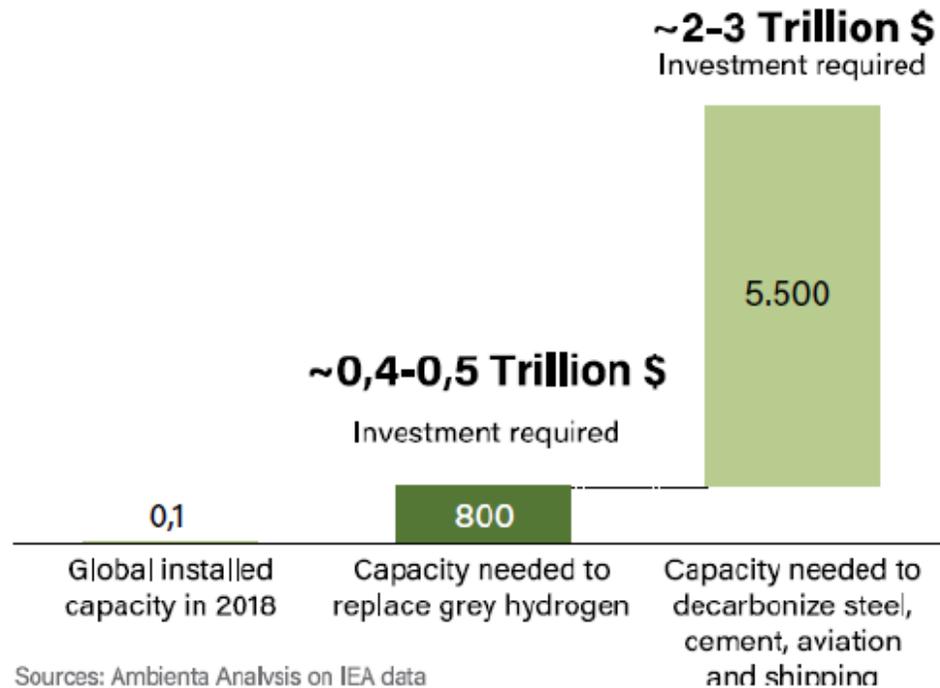


**System Cost Reduction**  
US\$ / kW

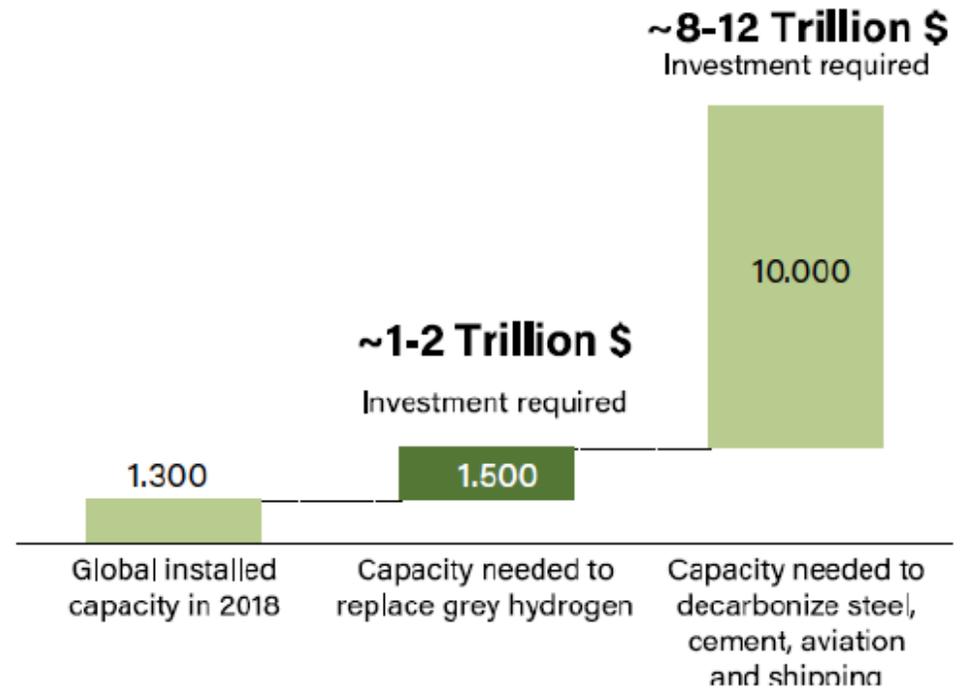


# Por que Hidrogênio não é totalmente comercializado e globalizado hoje?

## Potential Electrolyzer Capacity (GW)

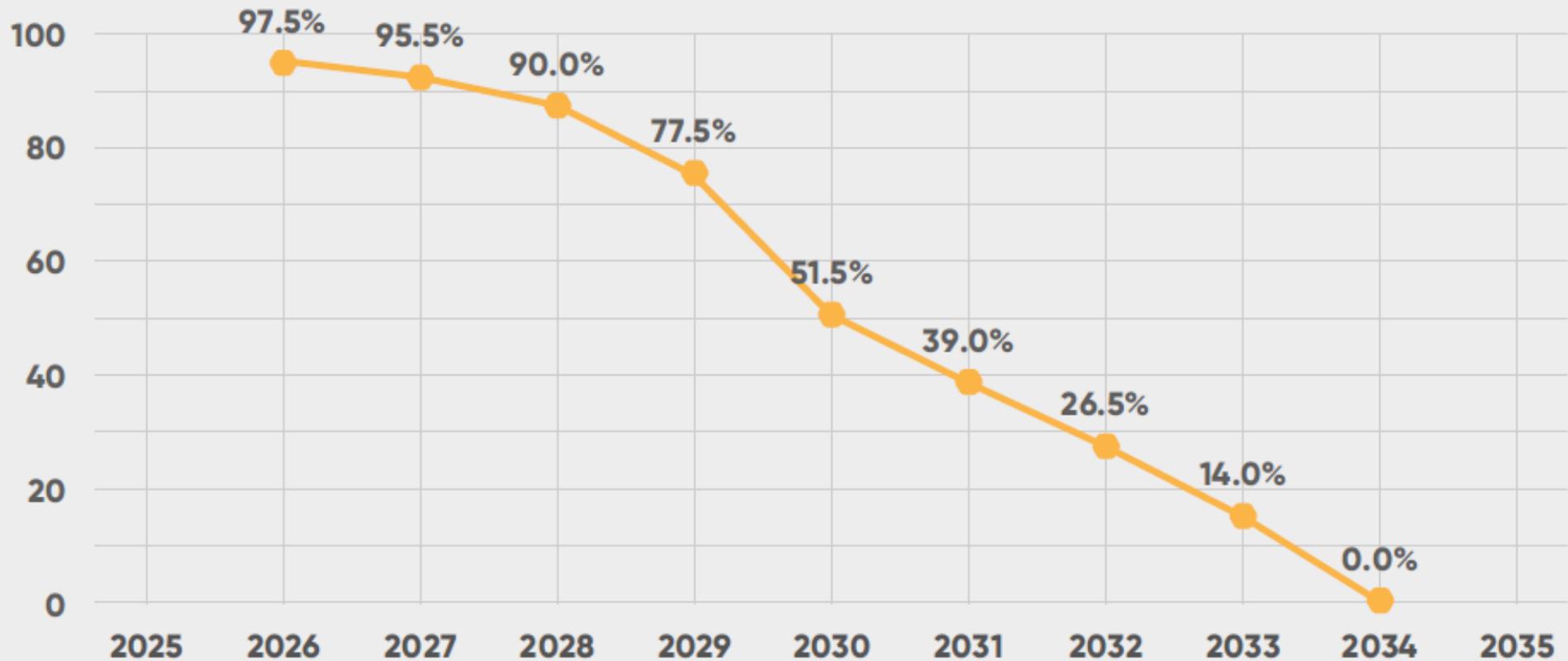


## Potential Renewable Capacity (GW)



Fonte: <https://www.cec-managers.org/wp-content/uploads/2022/06/Hydrogen-CEC.pdf>

# A nova fronteira de carbono da UE imposto: Carbon Border Adjustment Mecanism (CBAM)



	CertifHy (EU)	TUV SUD Standard (Germany/EU)
Hydrogen produced using renewable energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>"Green Hydrogen": if the hydrogen is produced using renewable energy sources (biogas, hydro, wind, solar, etc.)</li> <li>Carbon footprint of &lt; 36.4 gCO<sub>2</sub>e/MJ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carbon footprint of &lt; 28.2 gCO<sub>2</sub>e/MJ for hydrogen produced using renewable energy (other than electrolysis)</li> <li>Carbon footprint of &lt;24 gCO<sub>2</sub>e/MJ for hydrogen produced using electrolysis</li> </ul>
Hydrogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>"Low-carbon hydrogen": if the hydrogen is</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CCS methods largely omitted from certification,</li> </ul>

Table 3: Low-carbon hydrogen definition across APEC

Emissions Intensity:



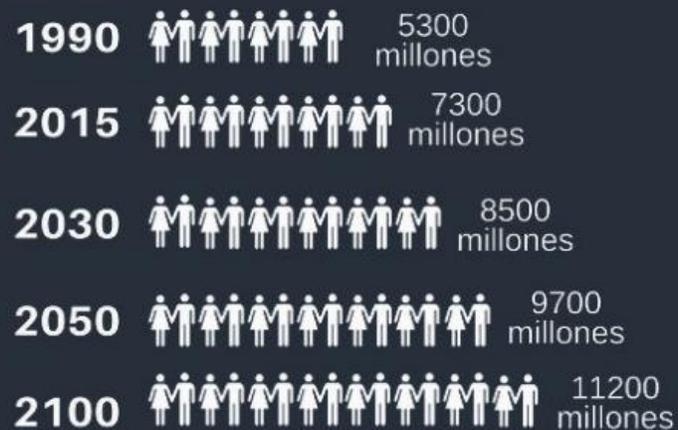
	Green	Blue	Grey	Black	Brown
<b>Commonly used definition</b>	Electrolysis of water from renewable energy	Natural gas reforming or coal gasification with CCUS	Natural gas without CCUS	Coal without CCUS	Lignite without CCUS
<b>Other definitions used</b>	Electrolysis of water but no specific energy source mentioned	Carbon intensity threshold (36.4g CO <sub>2</sub> e/MJ H <sub>2</sub> or 4.37-5.16 kg CO <sub>2</sub> e/kg H <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carbon intensity threshold (~8.5kgCO<sub>2</sub>e/kg H<sub>2</sub> or 9.27 kg CO<sub>2</sub>e/kg H<sub>2</sub>)</li> <li>Gasified coal included as a feedstock</li> </ul>	Carbon intensity threshold (~12.7-16.8kgCO <sub>2</sub> e/kg H <sub>2</sub> )	N/A

# Desafío: Suprir toda a demanda!

Aumento de población  
+ crecimiento económico

## Población mundial

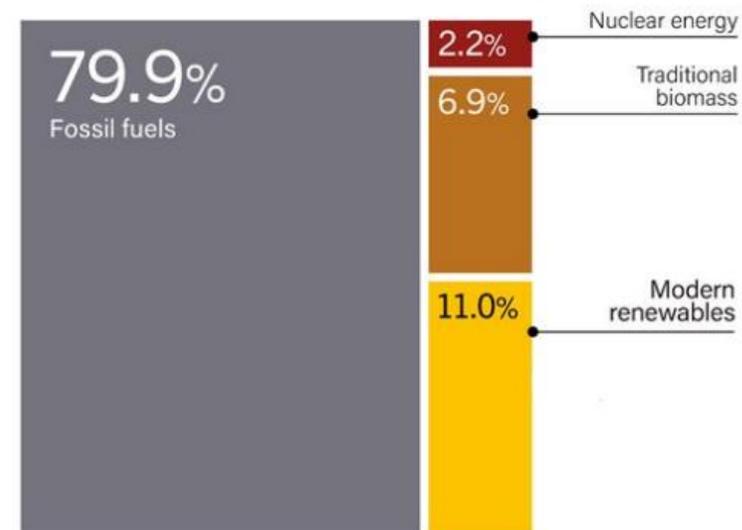
Población mundial proyectada hasta 2100



Fuente: Naciones Unidas

Hoy el 80% de la energía se produce  
con combustibles fósiles

## Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2018



REN21 RENEWABLES 2020 GLOBAL STATUS REPORT

Fonte: [https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Presentacion%20Data%20Room%20H2U%20-%20Hidr%C3%B3geno%20Uruguay%20ESP\\_0.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Presentacion%20Data%20Room%20H2U%20-%20Hidr%C3%B3geno%20Uruguay%20ESP_0.pdf)

# Transição energética e a relevância das Fontes de Energia Renováveis e Hidrogênio

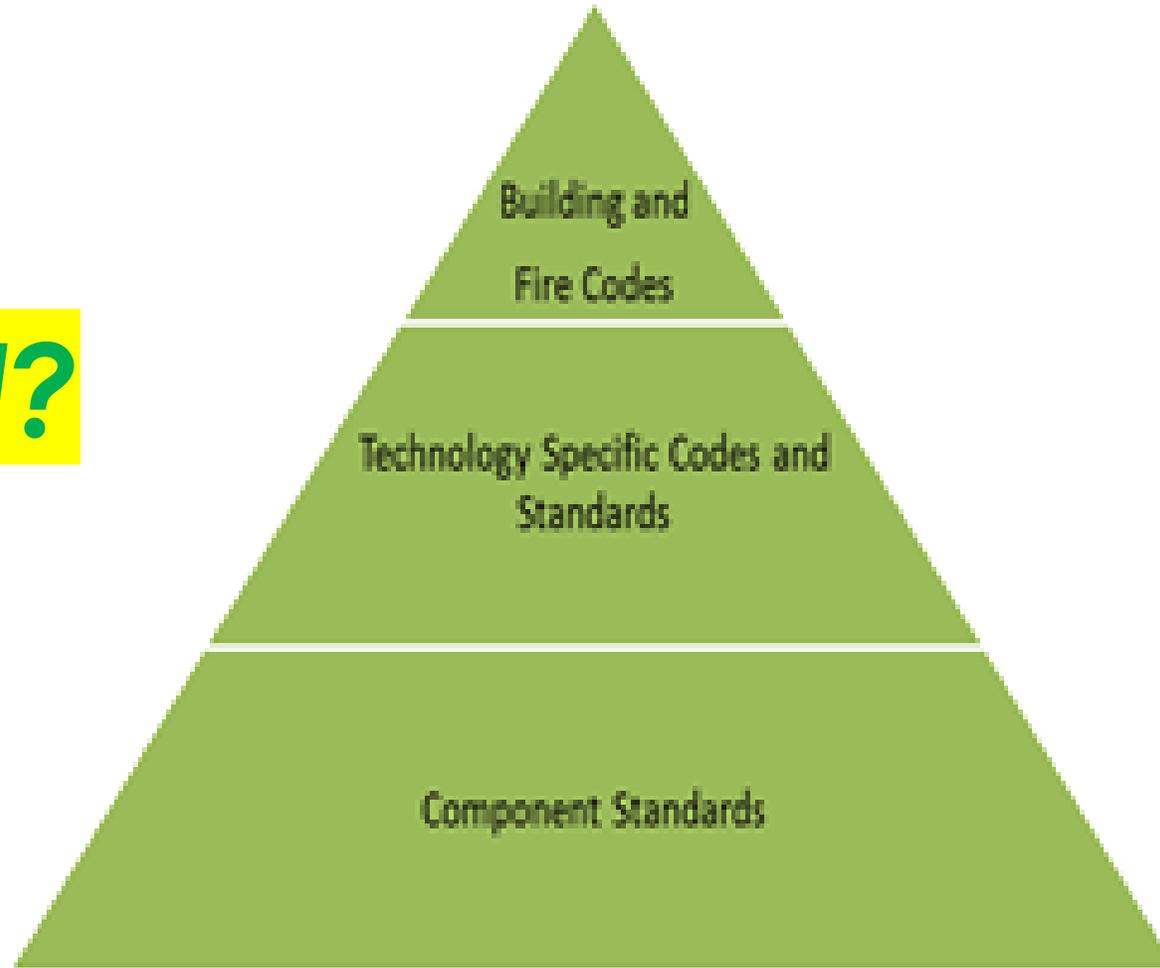
- Garantir o atendimento à demanda de energia, com preços acessíveis para sociedade.
- Reduzir a dependência de combustíveis fósseis, contribuindo para o processo de descarbonização da Economia.
- Oportunidade para promover o desenvolvimento sustentável do País, com impulso ao crescimento Econômico (Neoindustrialização).

MODELO DE CONTA			solar <sup>9</sup>			
mês	venezamento	consumo (kWh)				
06/2021	10/07/2021	366				
Descrição da Medição	Unidade de Medida	Medido	Descrição do Faturamento	Faturado (R\$)	Tarifa (R\$)	Total (R\$)
Consumo	kWh	366,00	Consumo	366	0,06	22,373
			Taxas e Preços			97,30
			Serviços			29,76
VALOR (R\$)						
490,79 X						



# Regulatory Structure for Hydrogen

**E o Brasil?**



# Obrigado

Dr. Ricardo José Ferracin  
Gestor de H2V - Nova Engevix

<http://www.novaparticipacoes.com/hidrogenio-verde/>



0800 300 4721



[www.canaldeetica.com.br/novaparticipacoes](http://www.canaldeetica.com.br/novaparticipacoes)