



Empresa de Pesquisa Energética

# Perspectivas do Hidrogênio no Brasil

FIRJAN

---

**Luciano Oliveira**

Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais | EPE

03 de Agosto de 2021

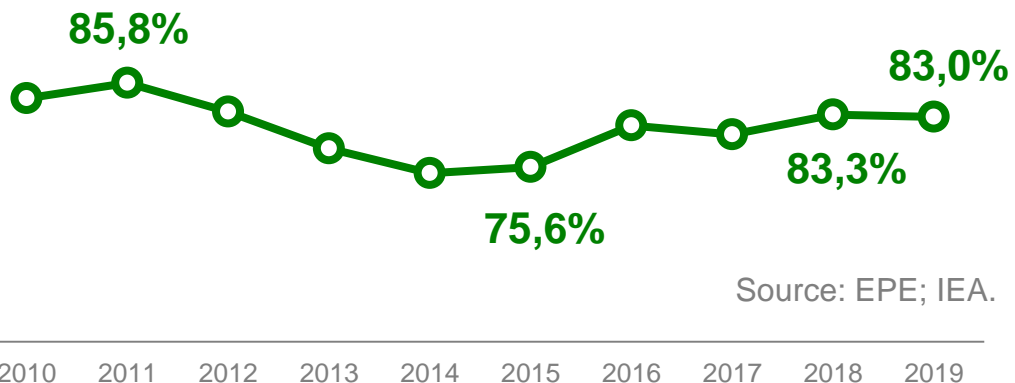
MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



# Renováveis têm papel relevante na matriz elétrica Brasileira...



## Participação de renováveis na matriz elétrica



Source: EPE; IEA.

Oferta de eletricidade em 2019: **651,3 TWh**



epe Webmap EPE

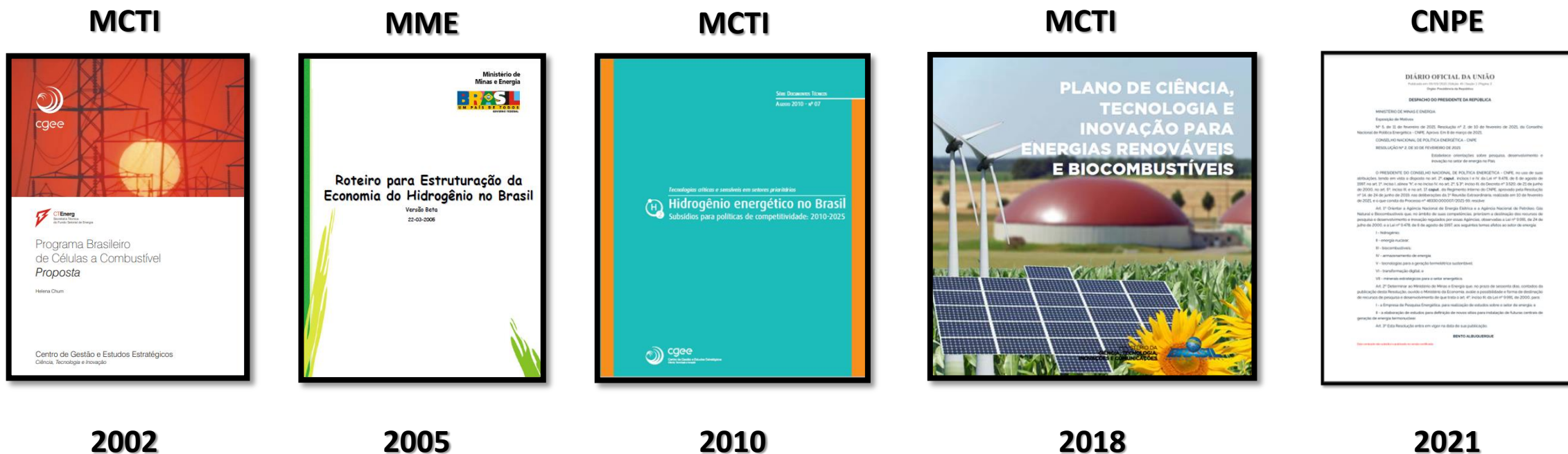


<https://gisepeprd2.epe.gov.br/WebMapEPE/>

# Estratégia de P&DI de Hidrogênio do Brasil não é nova



## Long term commitment to hydrogen R&DI has been reinforced



### Resolução CNPE nº 2, 10 de fevereiro de 2021:

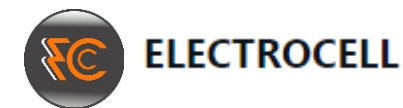
Orientar ANEEL e ANP que, no âmbito de suas competências, priorizem a destinação de recursos de pesquisa e desenvolvimento e inovação, incluindo hidrogênio.

Em 2018, apenas ~ 1% dos fundos setoriais de P&DI em energia foram destinados para projetos de hidrogênio.

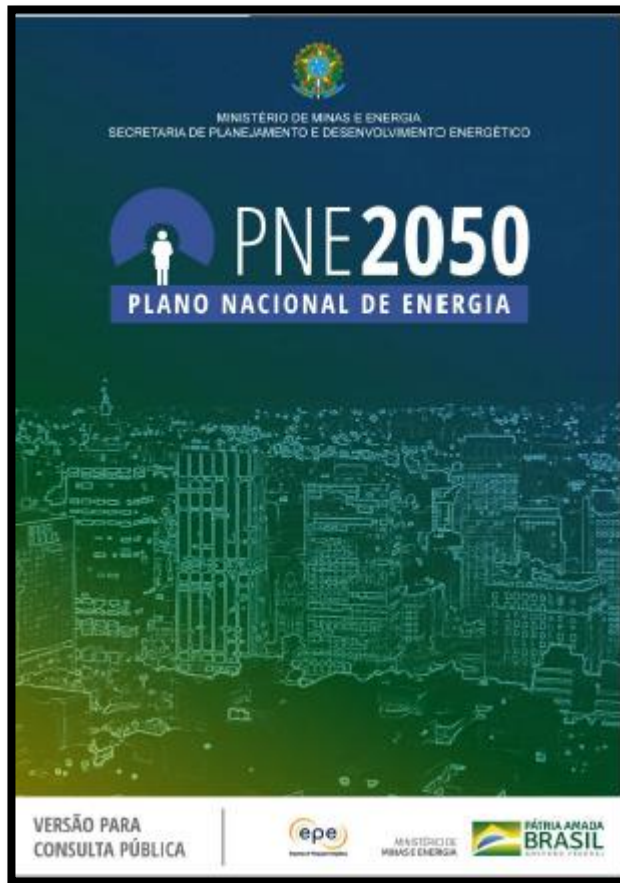
De 2013 a 2018, R\$ 34 milhões foram investidos em 91 projetos de P&DI. De 1999 a 2007, R\$ 168 milhões.



# P&DI de Hidrogênio do Brasil: Alguns Resultados



Start-ups



## Tecnologias Disruptivas - Hidrogênio

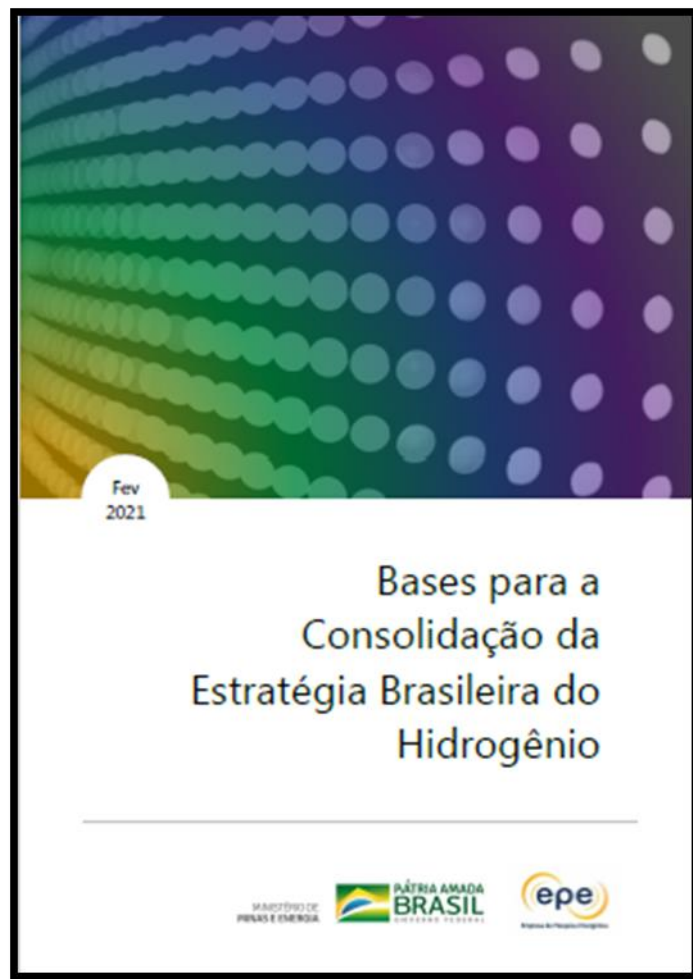
### Principais desafios:

Elaboração de normatização para uso, transporte e armazenamento do hidrogênio

### Recomendações:

Desenhar aprimoramentos regulatórios relacionados à qualidade, segurança, infraestrutura de transporte, armazenamento e abastecimento

Articular com outras instituições internacionais que tenham iniciativas na área de hidrogênio

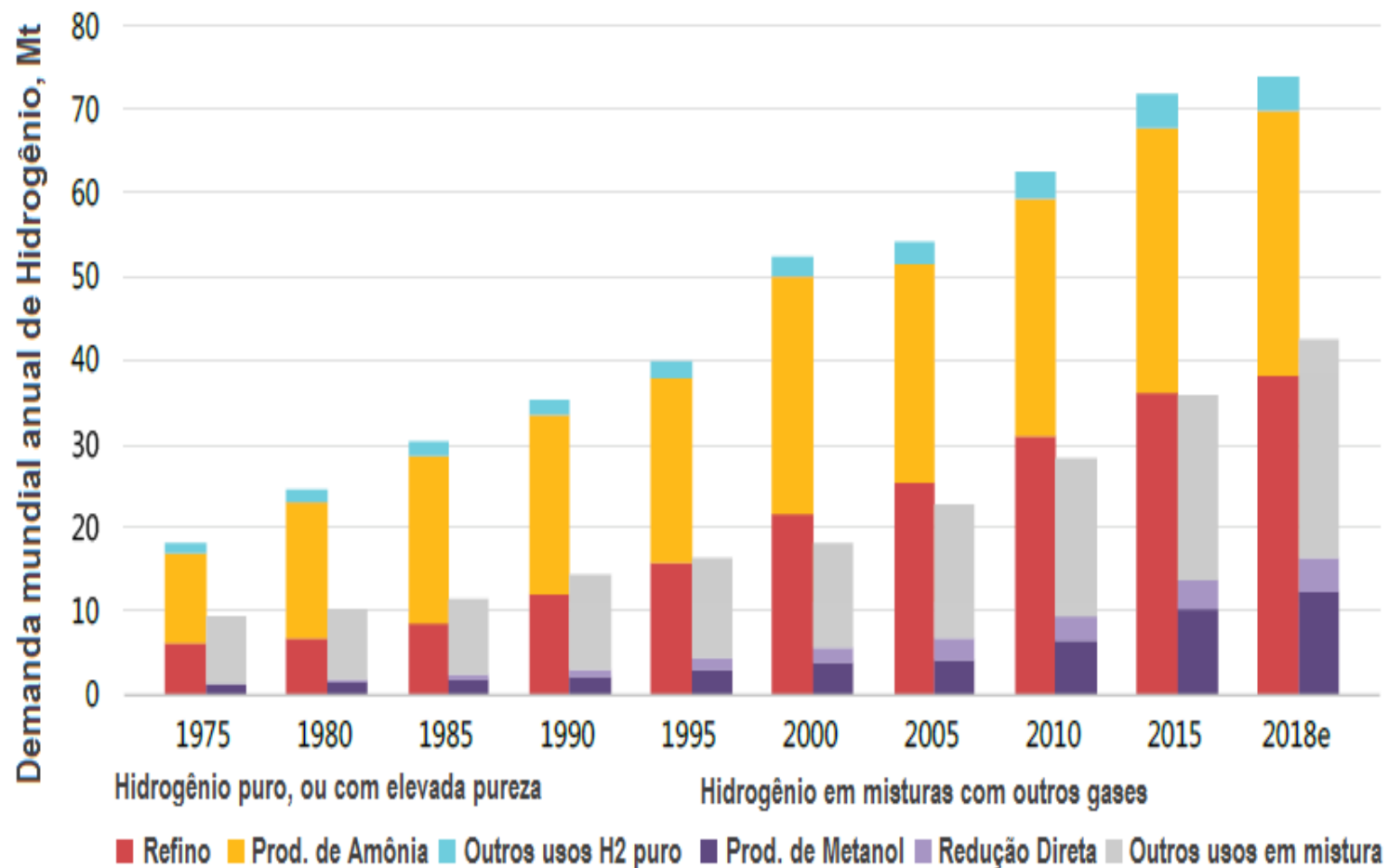


<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-bases-para-a-consolidacao-da-estrategia-brasileira-do-hidrogenio>

## Nota Técnica EPE - Hidrogênio

- ✓ **Desafios e oportunidades**
  - ✓ Tecnologias, competitividade, pegada de carbono, mercado potencial, etc.
- ✓ **Renováveis são blue-chip, mas gás natural e nuclear também importam**
  - ✓ Zero Carbono & CCUS
- ✓ **Obter benefícios das vantagens competitivas nacionais, enquanto desenvolve novas vantagens**
- ✓ **Potencial para ser agente relevante no mercado de hidrogênio**

# Panorama do mercado de hidrogênio



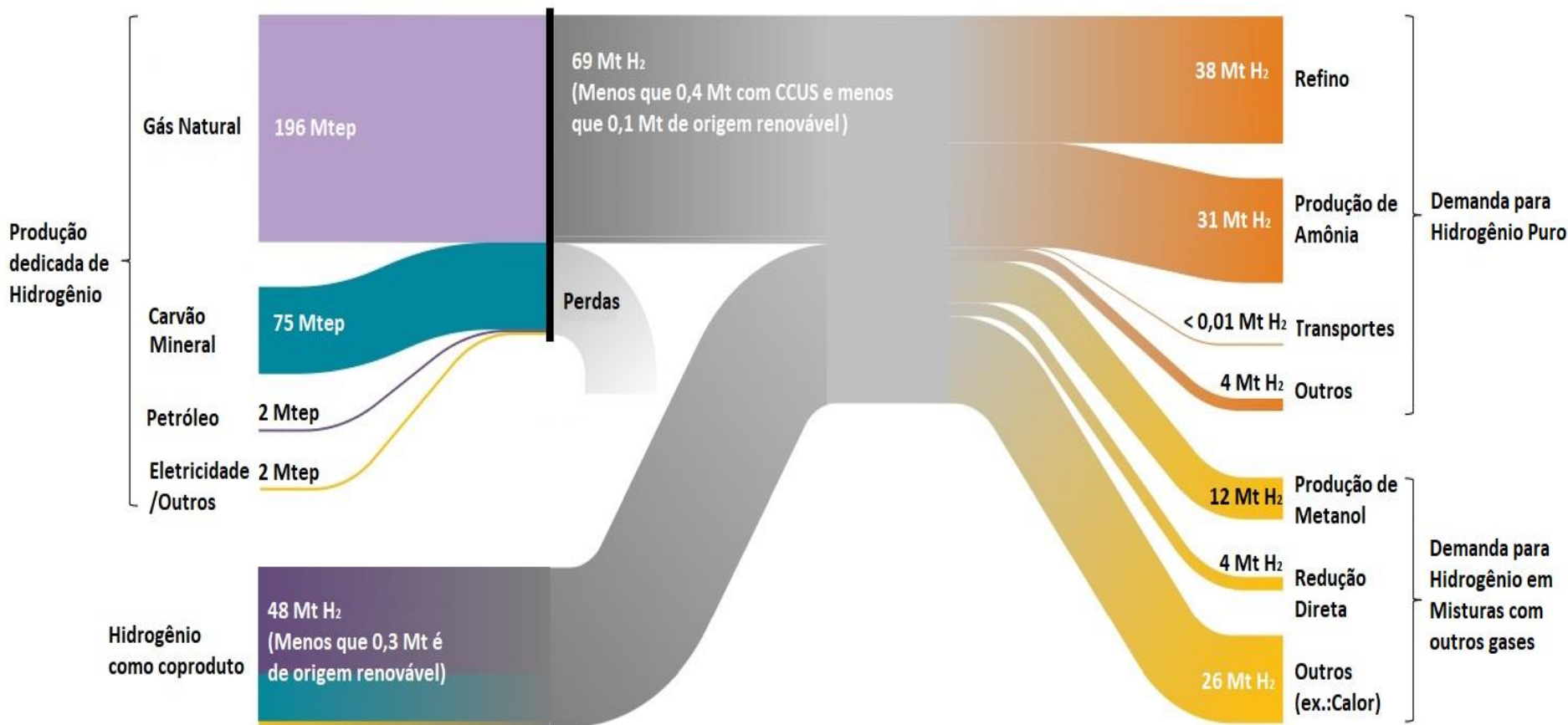
- **Mercado global** de geração de hidrogênio é de ~ **US\$ 117 bilhões**.
- Principais players: Air Liquide, Linde, Messer, Hydrogenics, Inox, e Air Products and Chemicals
- Regra de bolso:
  - Menos de **1/3 refino**
  - Menos de **1/3 amônia**
  - Mais de **1/3 outros** (metanol, etc.)

Fonte:

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/hydrogen-generation-market>

Fonte: <https://webstore.iea.org/download/direct/2803>

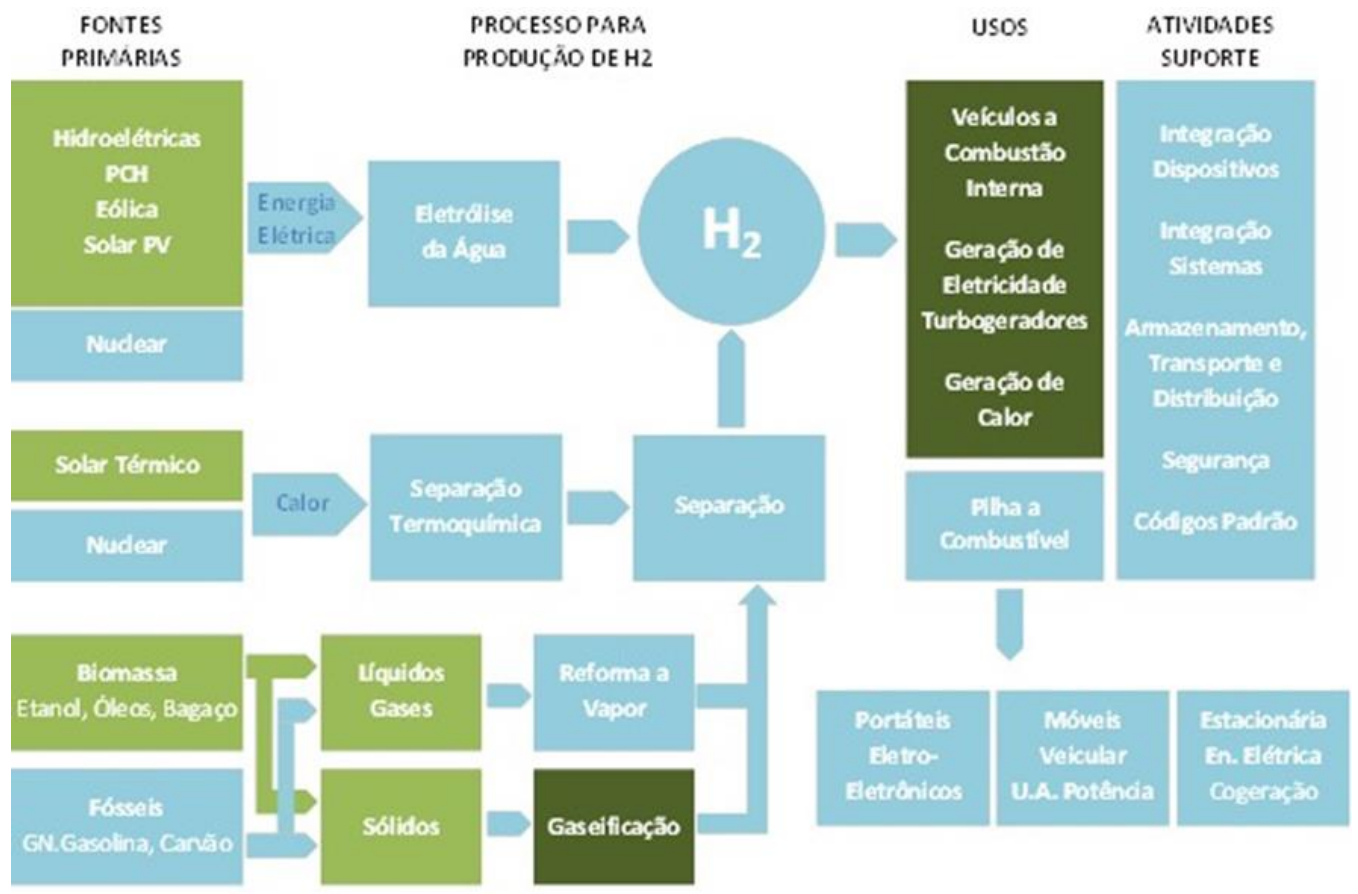
# Cadeia de valor do hidrogênio



- **Gás natural é principal matéria-prima:**
  - 71% da produção dedicada de H<sub>2</sub>
  - 60% da produção total de H<sub>2</sub>
- **H<sub>2</sub> verde é pouco significativo hoje**
- **Outras rotas e rotas híbridas**
- **Geração de Hidrogênio: centralizada x descentralizada**



# Rotas tecnológicas e usos do hidrogênio



Fonte: A partir de CGEE (2010)

## Brasil

- **Matéria-prima: 95% fóssil**
  - Processos do Refino
  - Unidade de geração de hidrogênio
- **Usos: ~ 920 mil toneladas (2010)**
  - **Fertilizante (amônia): 50%.**
  - **Refino: 37%**
  - **Químico (metanol): 8%**
  - **Metalurgia/Alimentos: 4%**

Journal of Cleaner Production 207 (2019) 751–763

Contents lists available at ScienceDirect

**Journal of Cleaner Production**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)

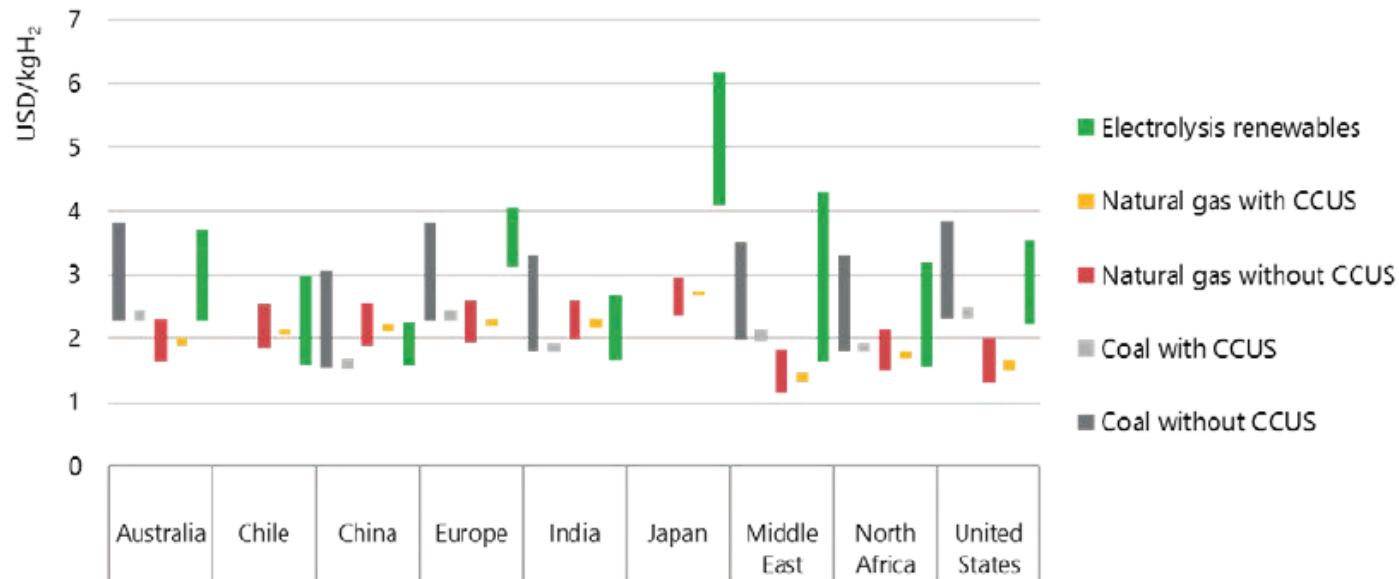
Hydrogen productive chain in Brazil: An analysis of the competitiveness' drivers

Aldara da Silva César <sup>a, \*</sup>, Tatiane da Silva Veras <sup>b</sup>, Thiago Simonato Mozer <sup>b</sup>, Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos <sup>b</sup>, Marco Antonio Conejero <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Fluminense Federal University Agr Business Engineering Department GASA - Grupo de Análise e Sistemas Agroindustriais Av. dos Trabalhadores, 420 - Vila Santa Cecília, Volta Redonda, RJ, 27255-125, Brazil  
<sup>b</sup> Fluminense Federal University (UFF), Brazil



Figure 19. Hydrogen production costs in different parts of the world



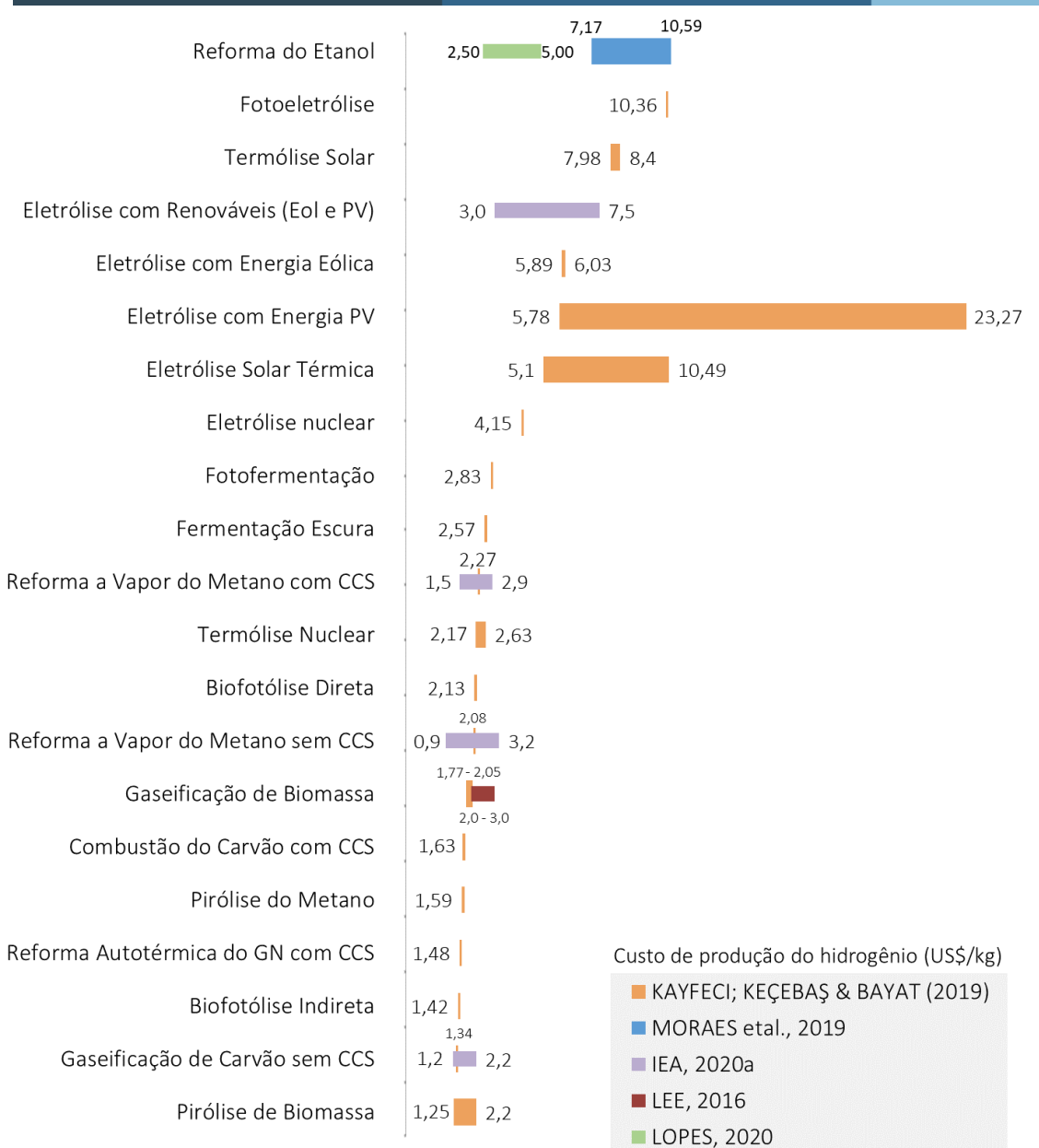
Notes: Bars indicate range between near- and long-term hydrogen production costs, which include a CO<sub>2</sub> price of USD 25/t CO<sub>2</sub> in the near term and USD 100/tCO<sub>2</sub> in the long term. For options from coal and natural gas, the higher value indicates the long-term costs (due to the increasing CO<sub>2</sub> price), whereas for hydrogen from renewable electricity the lower value indicates the long-term costs.

Source: IEA 2019. All rights reserved.

Fonte: <https://webstore.iea.org/download/direct/2803>

- **Maior competitividade do gás natural hoje, mas riscos no futuro**
  - **Ativos encalhados** em cenário “descarbonização profunda”
  - **Queda de custos** acelerada de H<sub>2</sub> verde
- **Menor competitividade do H<sub>2</sub> verde hoje, mas oportunidades no futuro**
  - Aceleração da **queda de custos** de produção
  - Mundo com “**Descarbonização profunda**”
- **Papéis de rotas a biomassa, resíduos, nuclear e híbridas**

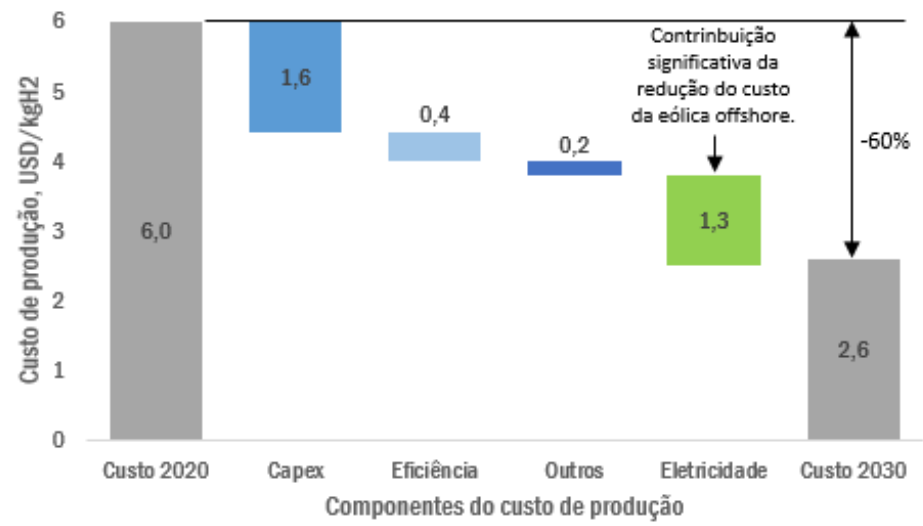
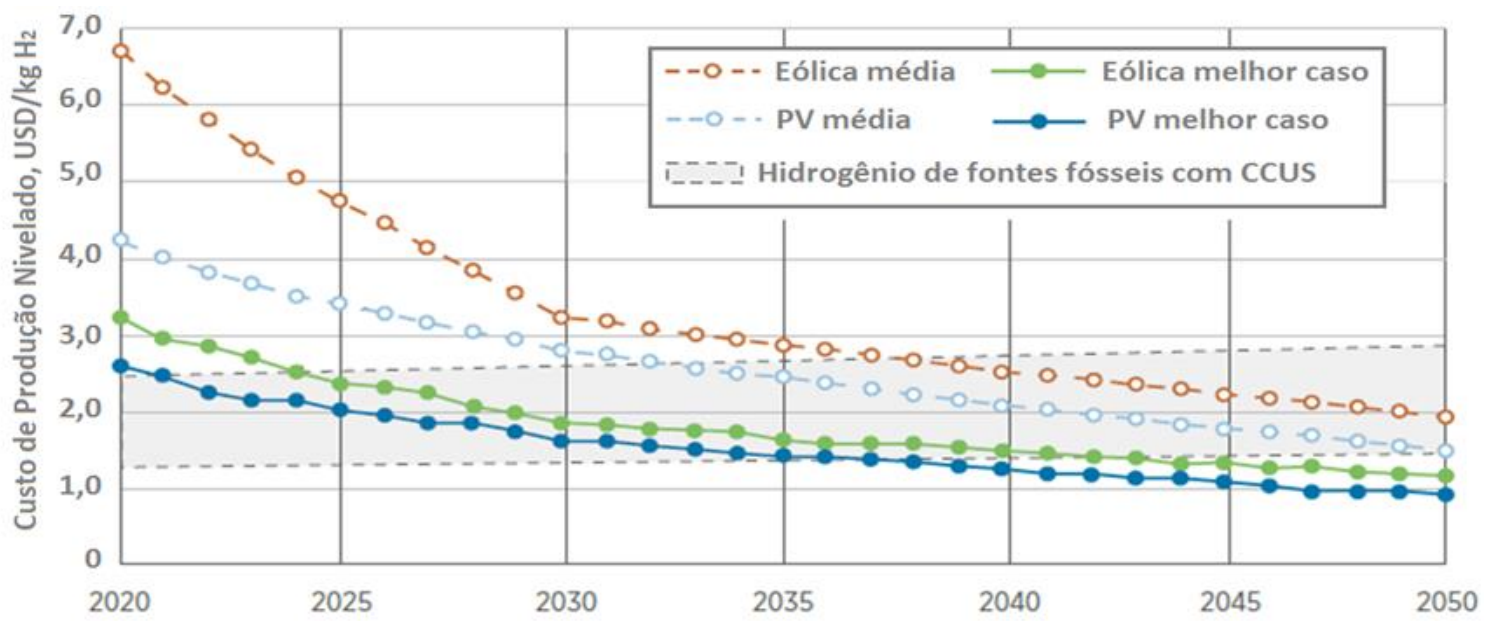
# Custos de produção de H<sub>2</sub> por rota



## ➤ Gás Natural no Brasil?

- US\$ 1-1,5/kg H<sub>2</sub>?
- Preço de transferência ou contrato bilateral

# Projeção de custos de produção de H<sub>2</sub> verde



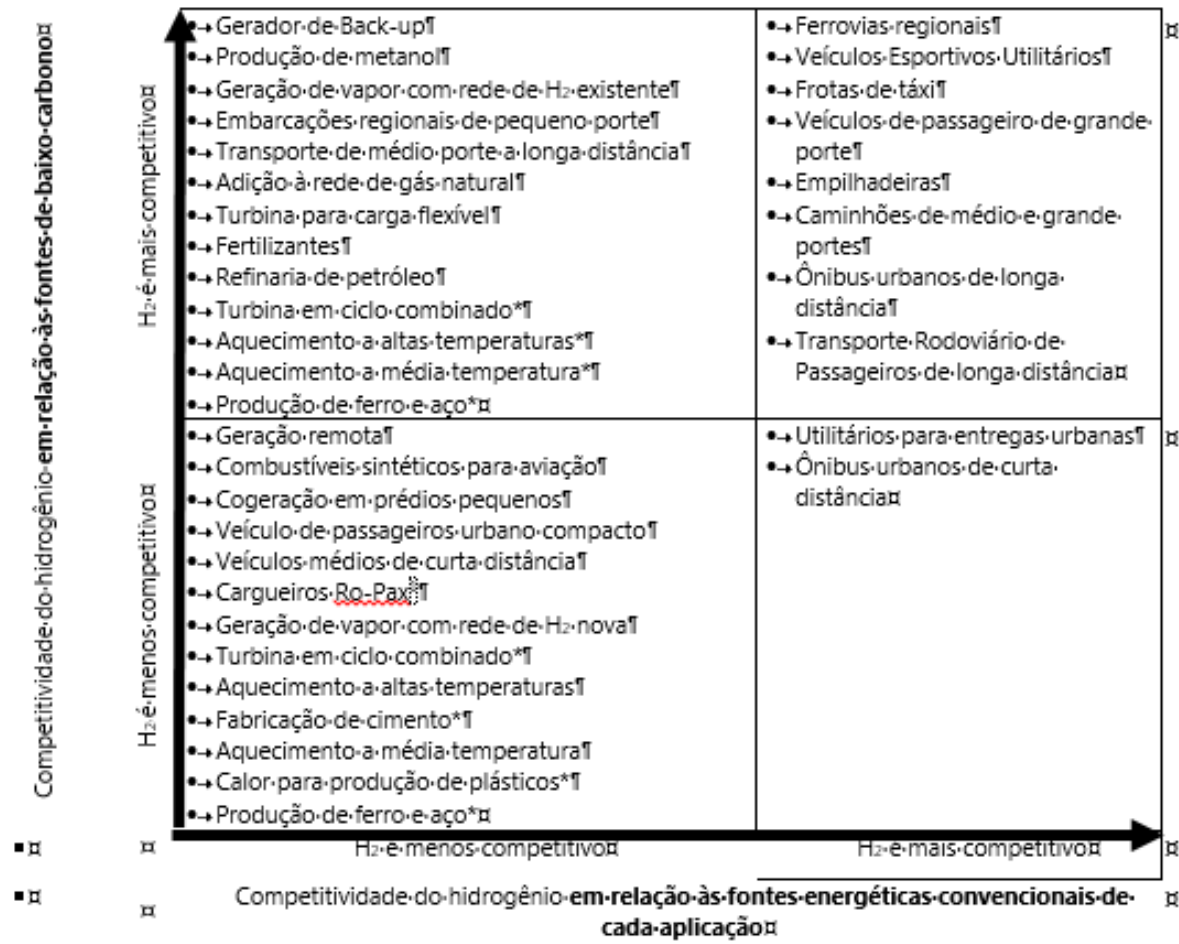
Fontes: IRENA (2019); HYDROGEN COUNCIL (2020).

# Desenho e desenvolvimento de mercado de H<sub>2</sub>



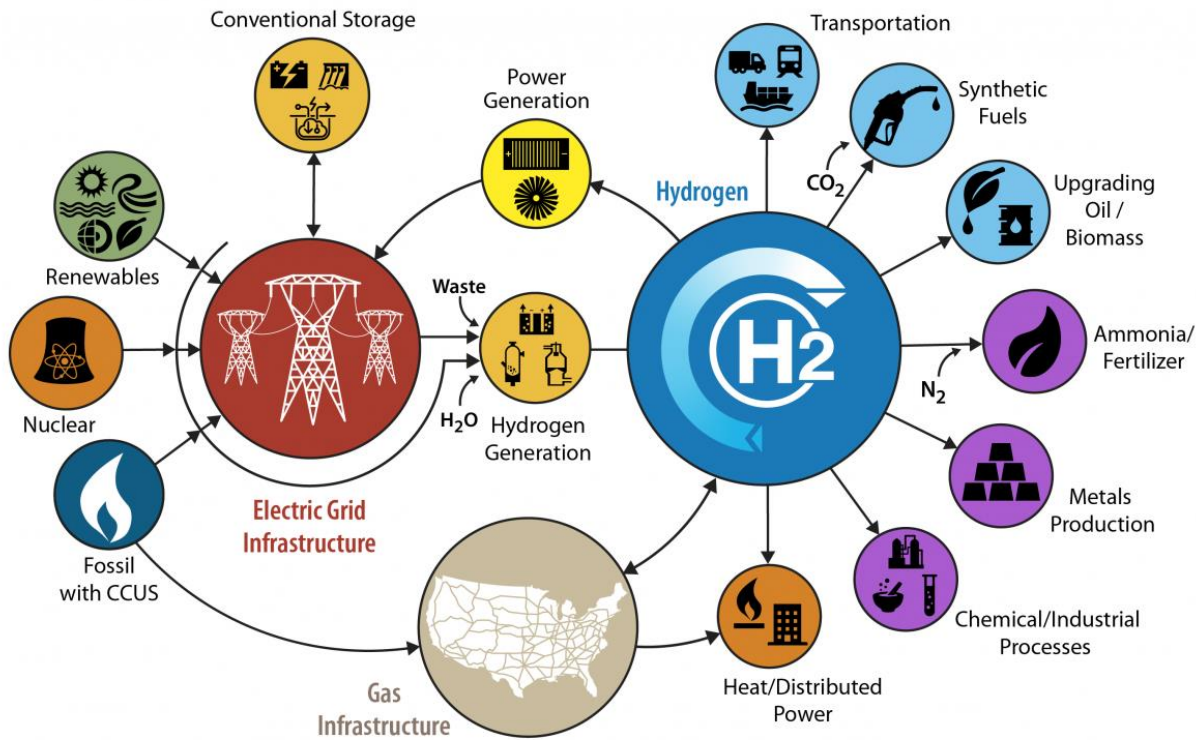
1. Desenho do Arranjo Institucional, Legal e Regulatório
2. Consolidação de Normas de Segurança e Operação de Infraestruturas e Equipamentos de uso do H<sub>2</sub>
3. Levantamentos e estruturação de dados e desenvolvimento de plataforma de informação de mercado de hidrogênio no Brasil
4. Estruturação de bases de tecnologia e de custos de equipamentos para modelo de estimativa de investimento de plantas de hidrogênio por rota tecnológica
5. Mapa de competências para programas de formação de RH para a indústria de hidrogênio
6. Radar de experiências e políticas internacionais em hidrogênio para identificação e formalização de parcerias

Tabela 2 - Competitividade de aplicações do hidrogênio até 2030



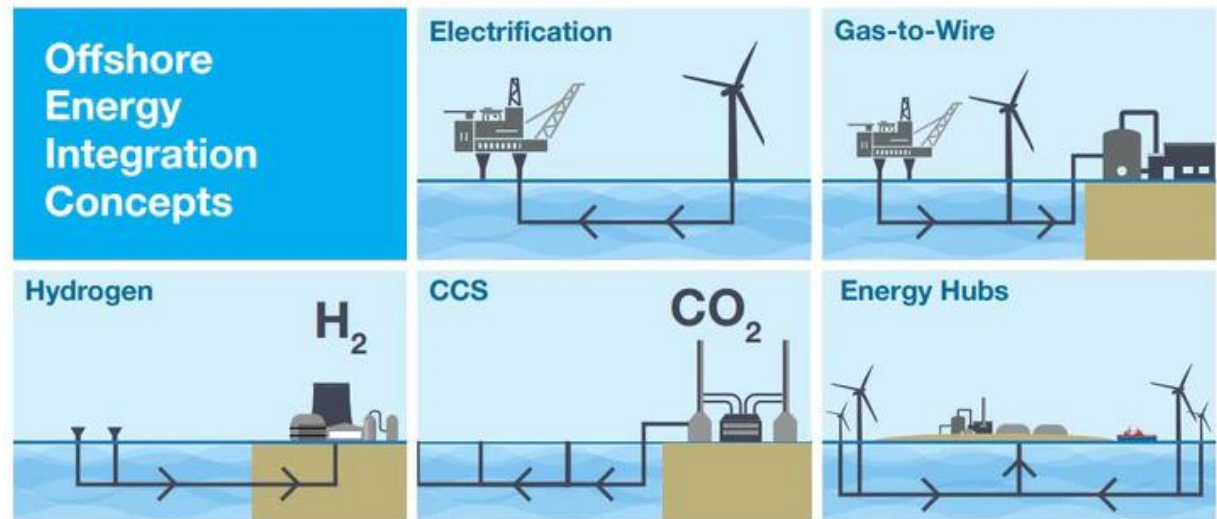
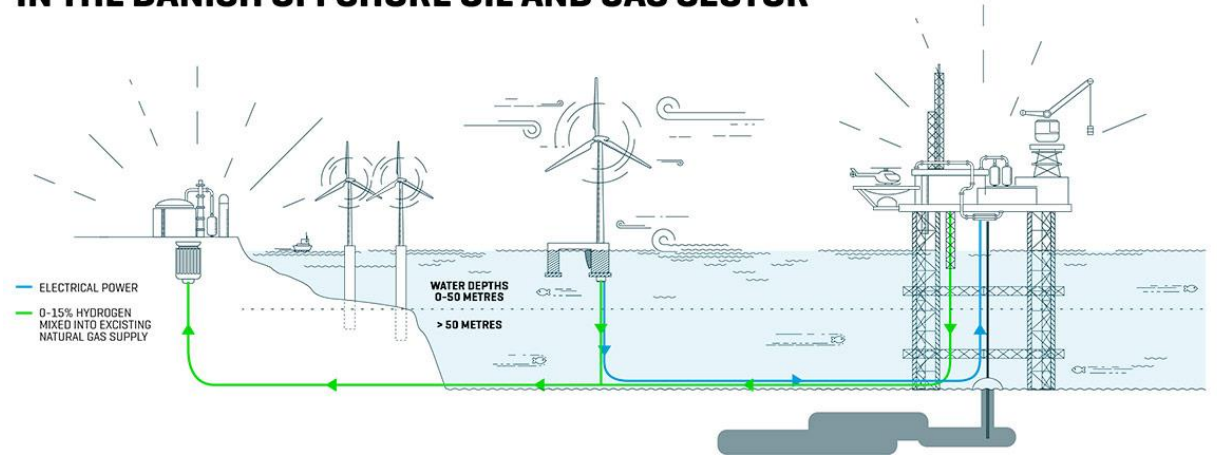
\* Nota: \* Se CCUS não estiver disponível para estas aplicações usando fontes fósseis, o hidrogênio é a única opção de descarbonização.  
 Fonte: HYDROGEN COUNCIL (2020)

# Modelos de negócios diversificados e híbridos: ilustrações



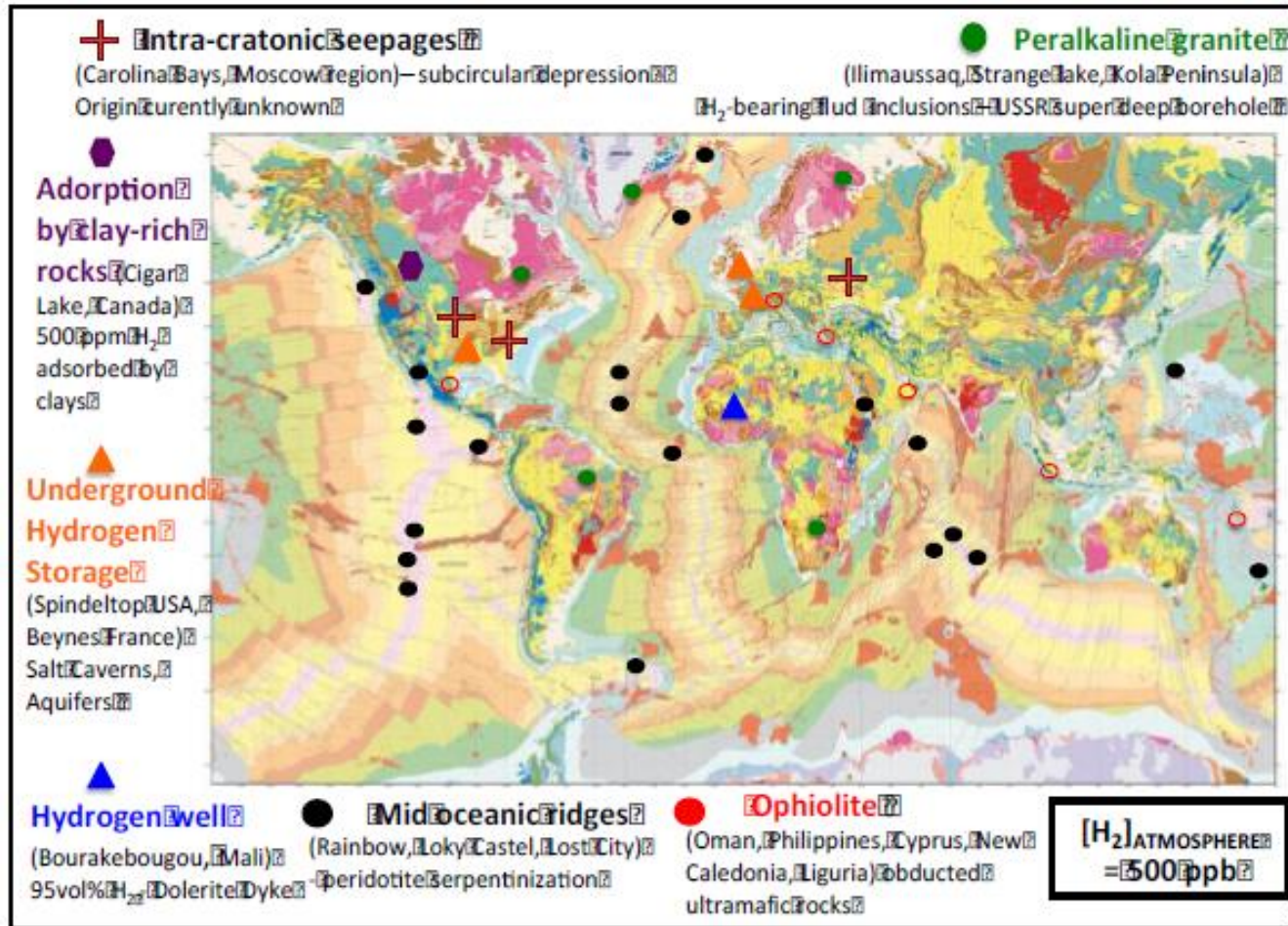
## FLOATING POWER PLANT

### RENEWABLE ELECTRIFICATION AND HYDROGEN INTEGRATION IN THE DANISH OFFSHORE OIL AND GAS SECTOR



Fonte: <http://www.floatingpowerplant.com/oil-gas-projects/>  
<https://www.offshore-mag.com/regional-reports/article/14175428/uk-offshore-sector-should-step-up-net-zero-efforts-oil-and-gas-authority-says>  
<https://www.energy.gov/eere/fuelcells/h2scale>

# Potencial de Hidrogênio Natural ou Geológico



ARTICLE IN PRESS  
INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY xxx (xxxx) xxx

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
**ScienceDirect**  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijhe](http://www.elsevier.com/locate/ijhe)

**Natural hydrogen continuous emission from sedimentary basins: The example of a Brazilian H<sub>2</sub>-emitting structure**

Alain Prinzhofer <sup>a,\*</sup>, Isabelle Moretti <sup>b</sup>, Joao Françoim <sup>c</sup>, Cleuton Pacheco <sup>d</sup>, Angélique D'Agostino <sup>e</sup>, Julien Werly <sup>e</sup>, Fabian Rupin <sup>e</sup>

<sup>a</sup> Geo-RI, Rio de Janeiro, RJ, Brazil  
<sup>b</sup> Eagle SA, Paris, France  
<sup>c</sup> GEORISK, Rio de Janeiro, RJ, Brazil  
<sup>d</sup> Eagle Brazil, Taboão, SP, Brazil  
<sup>e</sup> Eagle Origin SA, Courbevoie, France

**ARTICLE INFO**  
Article history:  
Received 18 October 2018  
Received in revised form 21 December 2018  
Accepted 23 January 2019

**ABSTRACT**  
Hydrogen escaping from sedimentary basins has already been described in various parts of the world. Some of these leakages have been identified by superficial circular depressions, also called "hairy circles". Gas detection measurements, randomly repeated after a few months have shown that the amount of hydrogen present in soils is not constant neither versus time nor versus location in a given structure. Permanent to estimate hydrogen flow out-put in Brazil. Data show that a day, as shown with permanent i like a soil evaporation. In that irregular gas output which po-: temperature and atmospheric role of water saturation driving i data imply that (i) one mea-considered as quantitative, as it i the soil perturbation induced by soils of the studied structure is such the surface without being i and (ii) soil cannot be solely no area, as a hydrogen emitter. sidered in this site as a source of nical system of atmospheric H<sub>2</sub>.

© Elsevier Ltd. All rights reserved.

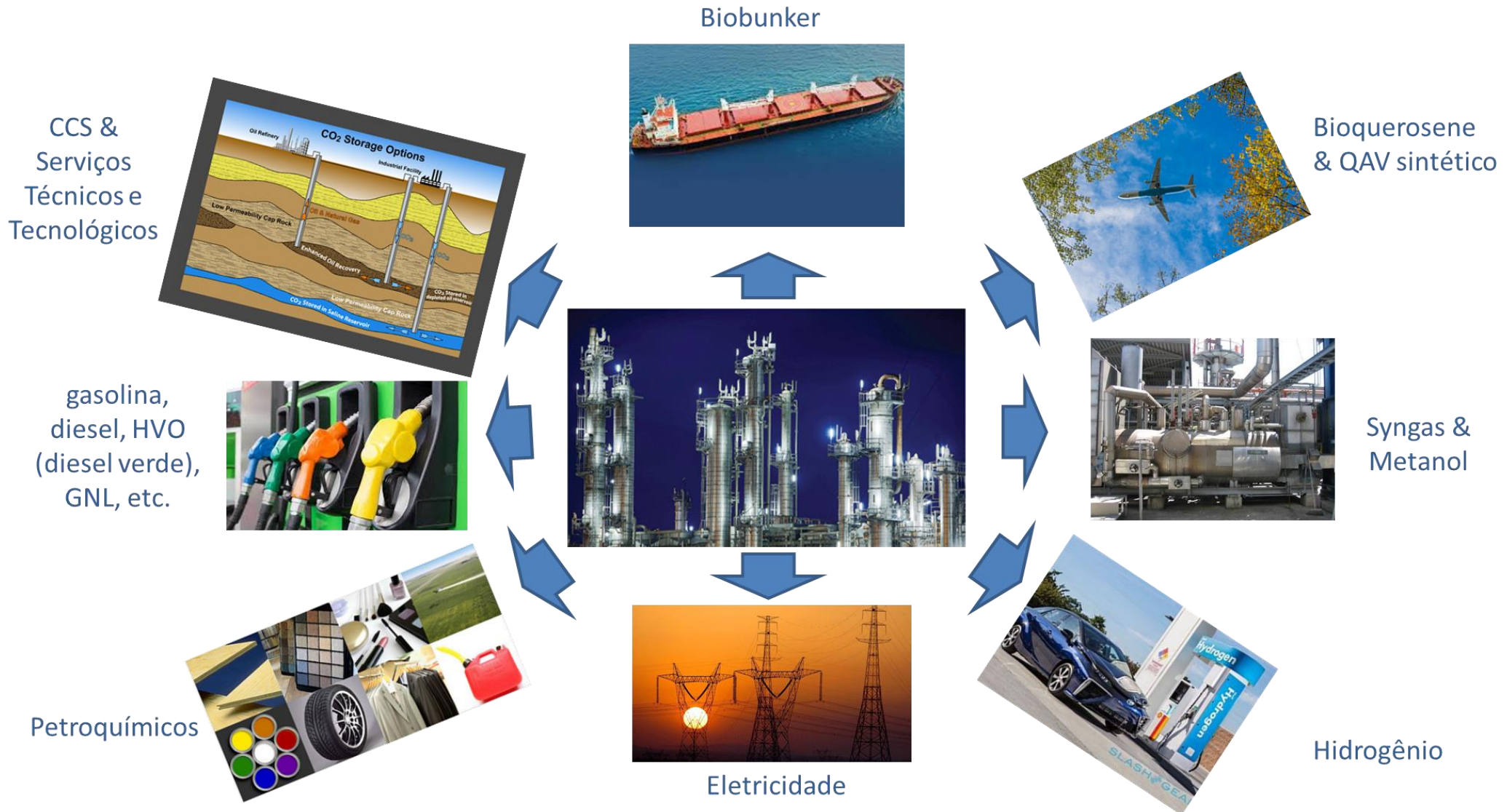
Hydrogen basins: The example of a ydane 2019.01.219

Fonte: TRUCHE, Laurent; BAZARKINA, Elena F.. (2019), Natural hydrogen the fuel of the 21st century, E3S Web of Conferences 98, 03006.

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199803006>

Fig. 1 – Photo of the location of H<sub>2</sub> monitoring in a circular depression of the São Francisco Basin (Brazil). H<sub>2</sub> sensors positions, and the data-transmitting antenna are shown.

# Complexos Energéticos







# Hidrogênio está ganhando momentum no Brasil



## Dois projetos de grande escala de H2 verde anunciados

(em fase de análise técnica and econômica)



Fortescue e Porto do Açu no Rio de Janeiro assinaram um MOU para desenvolver projetos de hidrogênio verde (planta de 300 MW para produzir 250 kton de amônia verde)



Estado do Ceará e ENEGIX anunciaram Projeto de Hub de Hidrogênio Verde no Porto de Pecém (600 kton H2, Investimento de US\$ 5,4 bilhões)

# Principais mensagens

- ✓ Potencial para **ser agente relevante** no mercado de hidrogênio
- ✓ Obter benefícios das **vantagens competitivas nacionais**, enquanto desenvolve novas vantagens
  - ✓ **Renováveis são blue-chip** (hidro, eólica, solar, biomassa, etanol e resíduos), mas gás natural e nuclear também importam
  - ✓ Zero Carbono & CCUS
- ✓ **Neutralidade** tecnológica ao invés de trancamento
- ✓ **Acoplamento e desenvolvimento** de mercados
- ✓ **Parcerias internacionais** amplas

Oferta de eletricidade em 2019: **651,3 TWh**



**Aquarela do Brasil**



[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

Obrigado!