



Empresa de Pesquisa Energética

Rotas Tecnológicas do Hidrogênio Sustentável

Audiência Pública da Câmara de Deputados - Comissão Especial de Energia

Giovani Machado

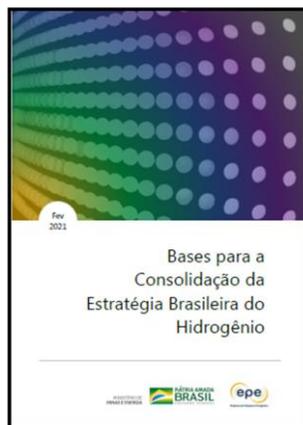
Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

10 de julho de 2023

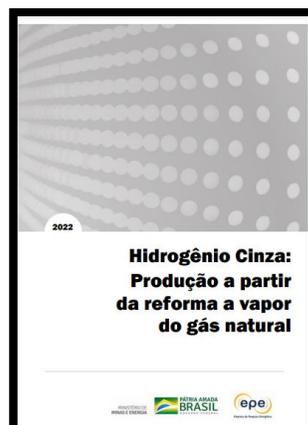
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Informação para embasar tomada de decisão por MME, CNPE, Estados e Investidores



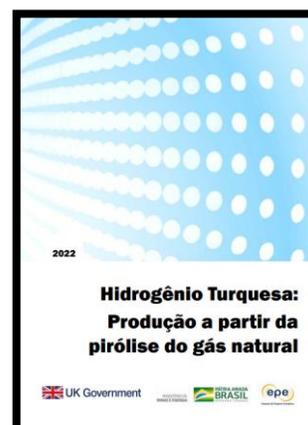
[Publicações \(epe.gov.br\)](#)



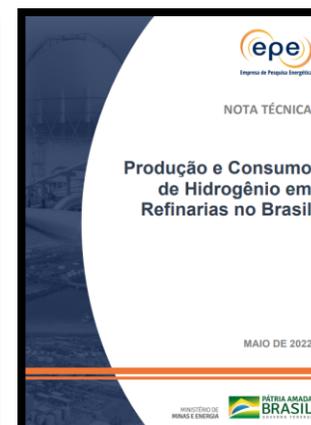
[Publicações \(epe.gov.br\)](#)



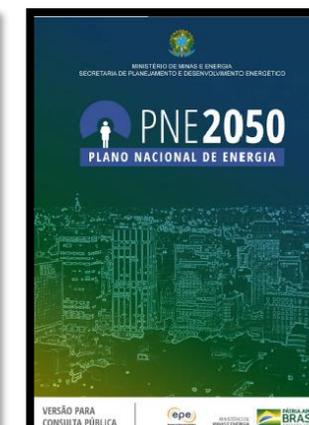
[Publicações \(epe.gov.br\)](#)



[Publicações \(epe.gov.br\)](#)



[Publicações \(epe.gov.br\)](#)



[Publicações \(epe.gov.br\)](#)



[Publicações \(epe.gov.br\)](#)



<https://gisepeprd2.epe.gov.br/arcgisportal/apps/story/maps/stories/68332aaa3fc64524a656583e1367daa3>

Resolução CNPE nº 6, 20/04/2021
Determinar ao MME, em cooperação com o MCTI e MDR, e **apoio técnico da EPE**, apresente proposta de diretrizes para o PNH₂



Apresentações em eventos, reuniões, suporte ao MME, CNPE e MRE. Participação no PNH2 e em outras frentes como o Conselho do Hidrogênio (criado pela ABH2) e H2 Brasil (Cooperação Alemã).

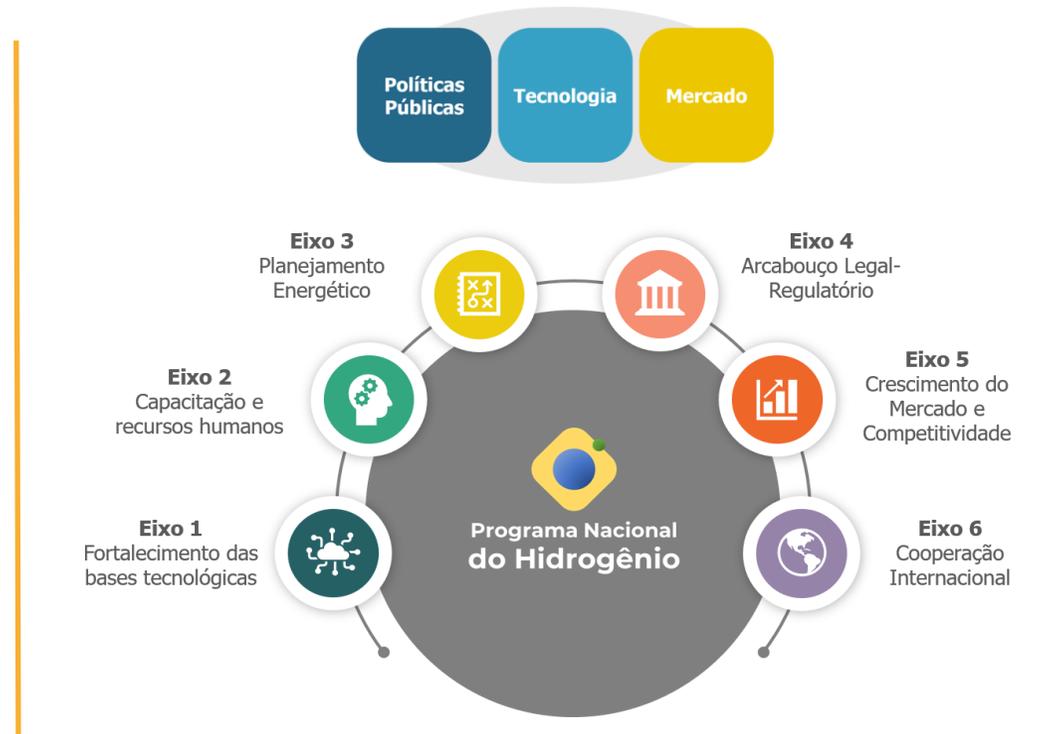
Programa Nacional do Hidrogênio – PNH₂



Diretrizes, Governança do PNH₂ e Plano de Trabalho Trienal 2023-2025



Resolução CNPE nº 6, 20/04/2021
Determinar ao MME, em cooperação com o MCTI e MDR, e apoio técnico da EPE, apresente proposta de diretrizes para o PNH₂



PNH₂ (04/08/2021)
Desenhado para mobilizar os setores público e privado, bem como a academia, em conjunto com cooperações internacionais, para acelerar o desenvolvimento de um mercado de hidrogênio amplo e competitivo.

Resolução CNPE nº 6, 23/06/2022
Institui o PNH₂, cria seu Comitê Gestor e dá outras providências



Resolução nº 4, de 20/03/2023
Altera a Resolução CNPE nº 6, 23/06/2022, e dá outras providências

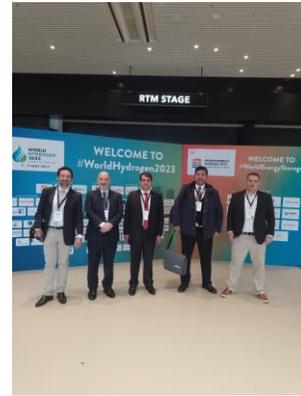


Defesa dos interesses do Brasil nos fóruns e negociações externas

Representação e suporte para negociações e cooperações internacionais



Foto: Rafa Kondratsch/Itaipu Binacional



US-Brazil Energy Forum For World Commerce and Development



<https://gh2.org/countries/brazil>



India and Brazil on Bio-energy Cooperation

Representação & suporte técnico: desenho de mercado global e certificação de baixo carbono, mecanismos de flexibilidade (mistura e compensação), balanceamento de riscos e promoção do Brasil

Hidrogênio renovável na Europa: adicionalidade e condicionantes



Convergências e Divergências de interesses do Brasil



[European Union Delegated Act on Hydrogen](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/7046068-Production-of-renewable-transport-fuels-share-of-renewable-electricity-requirements_-en)
https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/7046068-Production-of-renewable-transport-fuels-share-of-renewable-electricity-requirements_-en

[International Market Consultation on the 1st H2Global Tender](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/marktko-nsultation-H2Global.html)
<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/marktko-nsultation-H2Global.html>

Contribuições da EPE ao EU Delegated Act Nas duas Propostas



**Necessidade de flexibilidade (mistura e compensação),
balanceamento de riscos e possíveis controvérsia no GATT/OMC**

Contribuições da EPE ao 1st Draft H2Global Tender Hintco Alemanha

Fontes primárias e rotas tecnológicas

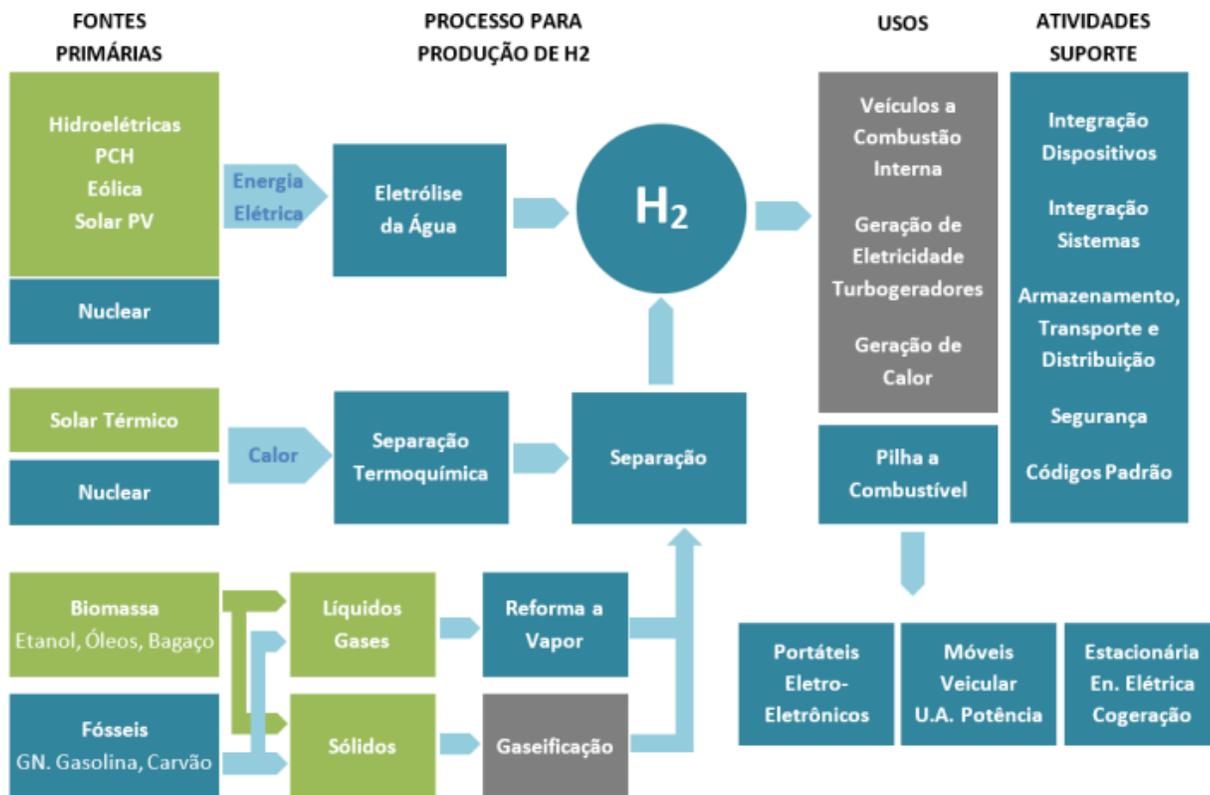


Figura 4 – Representação esquemática de rotas tecnológicas para obtenção de hidrogênio

Fonte: Elaborado a partir de CGEE (2010)

Tabela 1 – Classificação do hidrogênio em escala de cores

Cor	Classificação	Descrição
■	Hidrogênio Preto	Produzido por gaseificação do carvão mineral (antracito), sem CCUS
■	Hidrogênio Marrom	Produzido por gaseificação do carvão mineral (hulha), sem CCUS
■	Hidrogênio Cinza	Produzido por reforma a vapor do gás natural, sem CCUS
■	Hidrogênio Azul	Produzido por reforma a vapor do gás natural (eventualmente, também de outros combustíveis fósseis), com CCUS
■	Hidrogênio Verde	Produzido via eletrólise da água com energia de fontes renováveis (particularmente, energias eólica e solar).
■	Hidrogênio Branco	Produzido por extração de hidrogênio natural ou geológico
■	Hidrogênio Turquesa	Produzido por pirólise do metano, sem gerar CO ₂
■	Hidrogênio Musgo	Produzido por reformas catalíticas, gaseificação de plásticos residuais ou biodigestão anaeróbica de biomassa ou biocombustíveis, com ou sem CCUS
■	Hidrogênio Rosa	Produzido com fonte de energia nuclear

Fonte: Elaborado a partir de IEA (2019a), H2-VIEW (2020), BAKER MCKENZIE (2020) e ZGONNIK (2020).



Jargão de mercado: impreciso e limitado.
Nova abordagem: **Intensidade de Carbono**

Uma primeira abordagem

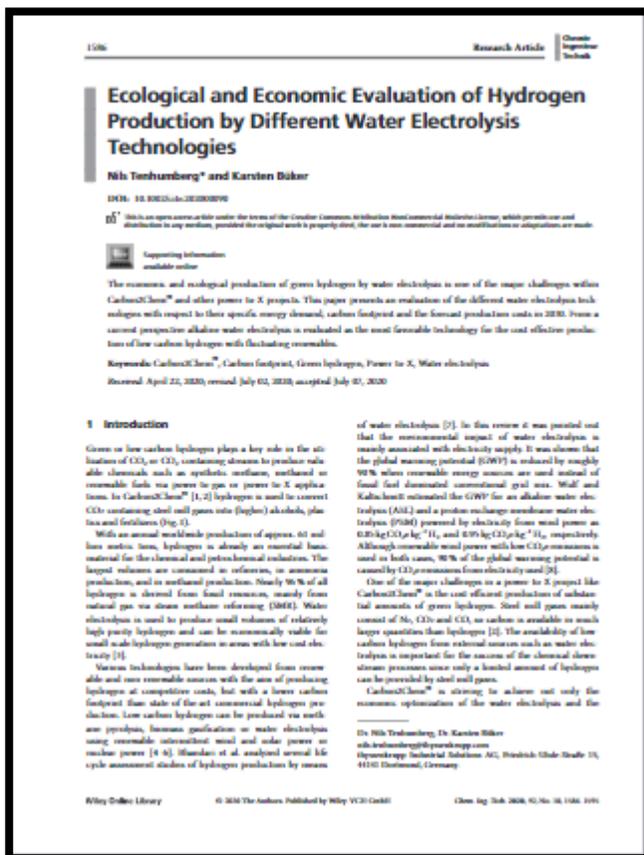


Tabela 12 - 4: Emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida da produção de hidrogênio por rota tecnológica no mundo

Tecnologia	Intensidade de Carbono (kgCO ₂ /kgH ₂)
Reforma a vapor do metano	10,1 - 17,2
Gaseificação do carvão	14,7 - 26,1
Pirólise do metano	4,2 - 9,1
Biomassa	0,3 - 8,6
Eletrólise (Gás Natural Ciclo Combinado)	23,0
Eletrólise (Eólica)	0,5 - 1,1
Eletrólise (Solar)	1,3 - 2,5
Eletrólise (Nuclear)	0,5 - 1

Fonte: TENHUMBERG & BÜKER, 2020.

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) no ciclo de vida do hidrogênio, incluídas nestes dados (Tabela 12 - 4), incluem as emissões desde a extração dos insumos, utilidades e materiais até o processo de produção de hidrogênio.

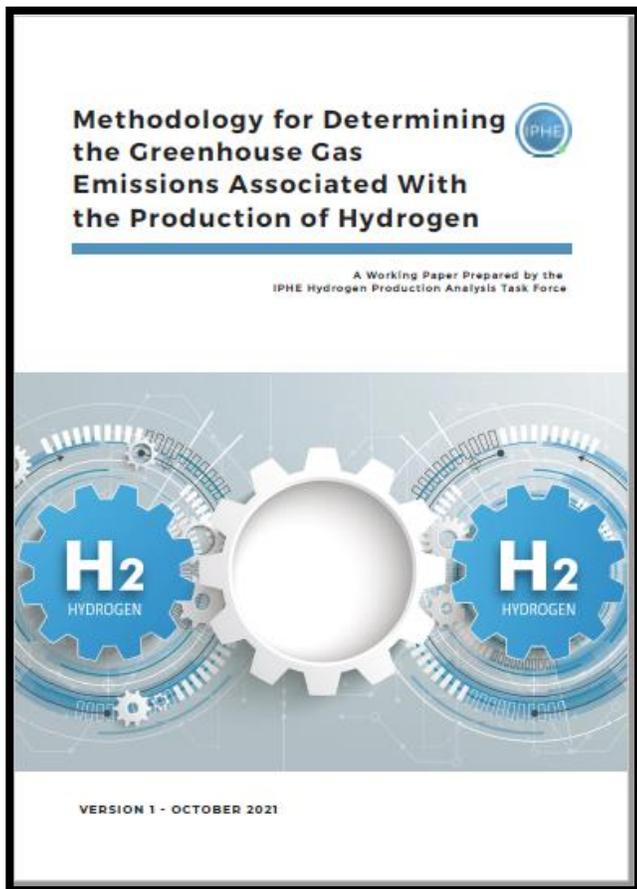
=> Não incluem o downstream <=

Qual a fronteira do sistema na análise de ciclo de vida? Evita vazamento de carbono (*carbon leakage*)?

Arcabouço legal e infralegal de certificação de baixo carbono é prioritário para dar estabilidade e previsibilidade ao mercado



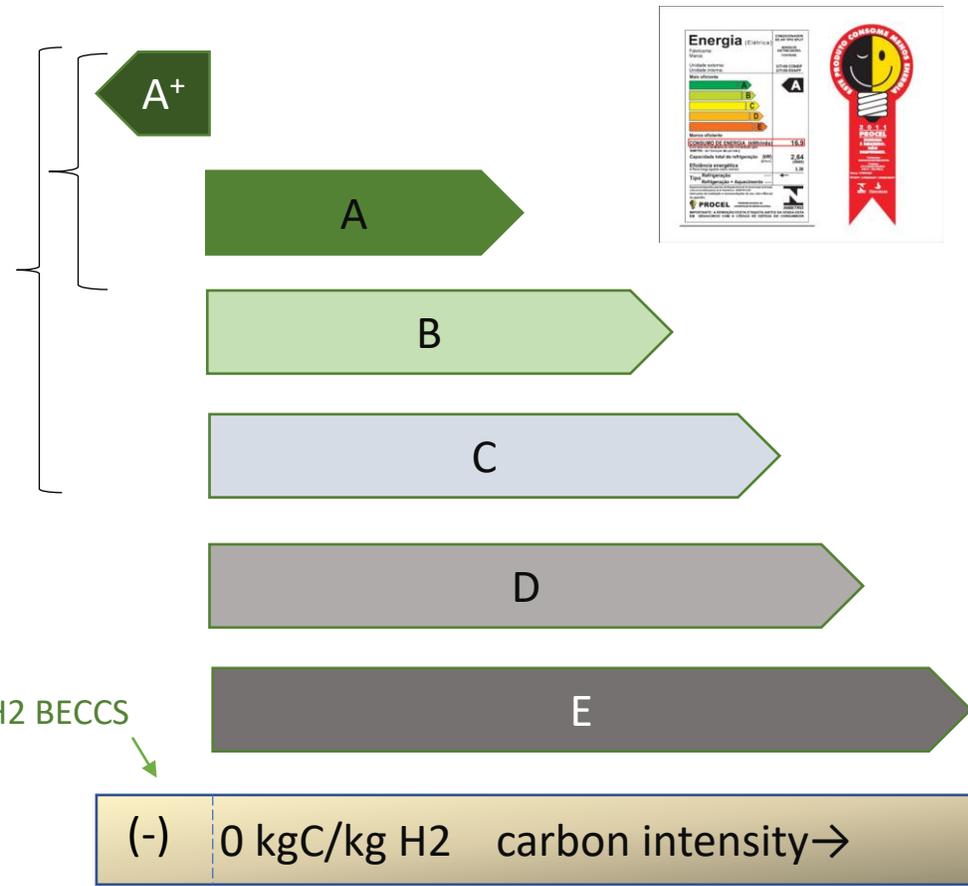
The International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE)



Definição de hidrogênio de baixo carbono no Brasil.

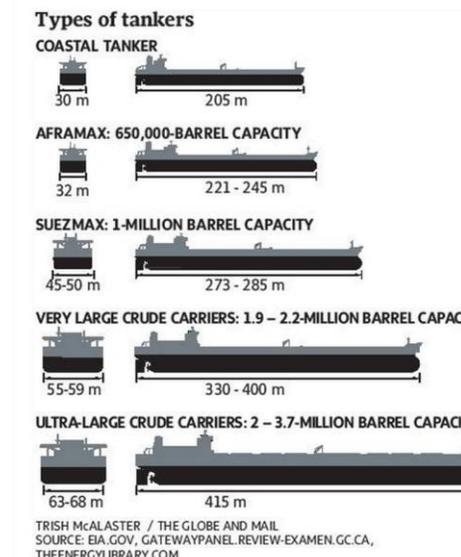
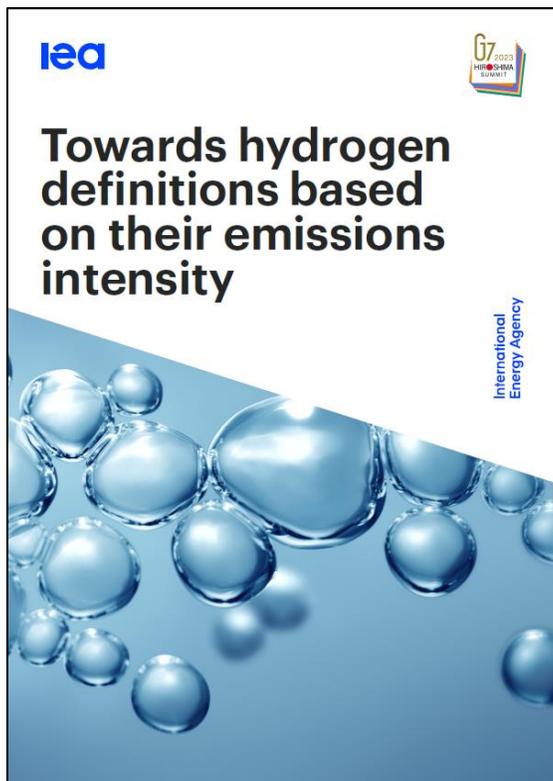


Comprador escolherá a especificação do hidrogênio.



Certificação da intensidade de carbono, especificação e mecanismos de flexibilidade como a mistura física e a compensação no mercado de carbono. Não criar barreiras ao desenvolvimento do mercado!

Como lidar com modelos híbridos e segregação de infraestruturas?



Product Tanker Segment	DWT	Cargo Capacity
Long Range 2 "LR2"	80,000-120,000 DWT	615,000-800,000 bbls
Long Range 1 "LR1"	60,000-79,999 DWT	345,000-615,000 bbls
Medium Range "MR"	40,000-59,999 DWT	300,000-350,000 bbls
Handymax	25,000-39,999 DWT	200,000-250,000 bbls



Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity

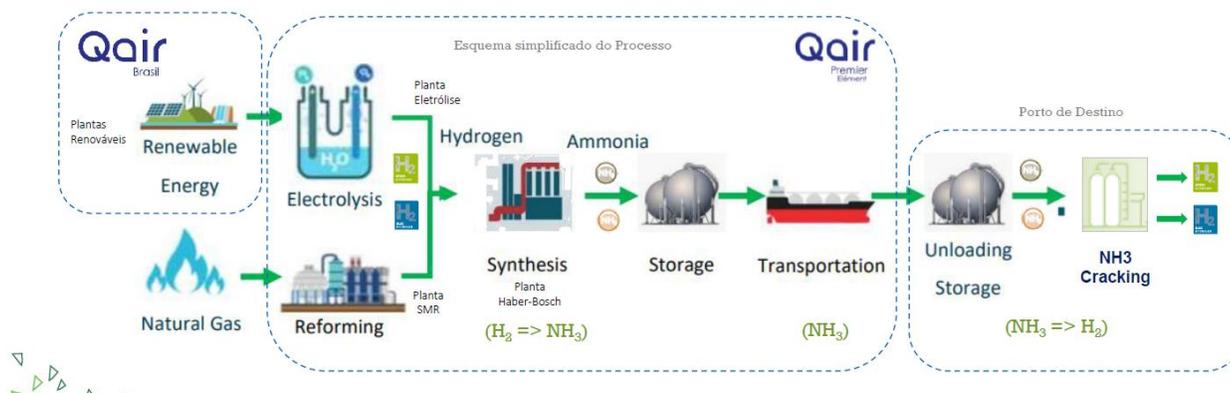
<https://www.iea.org/reports/towards-hydrogen-definitions-based-on-their-emissions-intensity>

Segregação de mercados por rotas limita modelos de negócios, afeta escala e reduz competitividade

Certificação do hidrogênio no mercado global requer lidar com a realidade

FLUXO DO PROCESSO
PLANTA DE PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO – 2.240 MW.

Qair H2 verde
FOR THE EARTH



Modelos híbridos podem ampliar escala e competitividade,
segregar infraestruturas afeta competitividade
EU Delegated Act e H2 Global



Fronteira do sistema pode afetar intensidade
US Inflation Reduction Act X EU Delegated Act e H2 Global

Como lidar com modelos híbridos, perda de especificação temporária e fronteira do sistema?

Certificação por rotas tem gerado controvérsias e complexidades

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

MENU Enter search term

16/03/2022 PRESS RELEASE Economic Policy

Germany and Norway sign joint statement on cooperation on hydrogen imports

16.03.2022

Joint Statement Germany - Norway

Today's meeting between Federal Minister for Economic Affairs and Climate Action Dr. Robert Habeck and Prime Minister Erna Solberg, Minister of Trade and Industry and Christian Union and Minister of Petroleum and Energy Trond Nordand will further strengthen the close partnership between Germany and Norway in the area of energy and climate policy and industrial cooperation.

Climate Change and Energy Minister Solberg agreed to increase the strategic German-Norwegian cooperation around the energy transition and to establish a long-term and structured dialogue in the field of industry and energy. The goal is to achieve shared climate goals, create new green industries and jobs, and strengthen energy security. Today's meeting marks the beginning of this work.

The new talks take place against a complex background. Russia's invasion and illegal use of aggression in Ukraine, leading to the war, has led to a global energy crisis. The EU and the international community continue to impose further sanctions. Russia is becoming more and more isolated. A number of measures are now needed to make Europe less dependent on its dependence on Russian energy supplies. Over the coming months and years, it will be necessary to expand the use of alternative energy sources and to develop the necessary infrastructure for this.

Norway is a rich resource of oil and gas. In addition, the Norwegian government will continue to produce and sell oil and gas on the market as to capacity. The Norwegian government will ensure that Norway remains a stable and reliable source of oil and gas for Europe.

Norway wants to actively contribute to the rapid development of the hydrogen market in Germany and the EU. To this end, it has been agreed that a joint mission will be conducted with a view to making hydrogen transport, including via pipelines, of hydrogen from Norway to Germany possible. We plan to rapidly commission a joint feasibility study on this. Germany would like to see the Norwegian Hydrogen Gateway for the production and export of hydrogen in order to establish the best possible high-voltage routes of hydrogen and ensure the full availability thereof. We will also jointly plan the use of blue hydrogen for a transition period. In addition, we will increase environmental and climate integrity by collaborating to ensure the highest possible standards for Carbon Capture and Storage.

Germany and Norway want to work together closely to ensure a reliable energy supply for Europe that is based on an increasing use of renewable energy. Both countries want to be increasingly climate-neutral in the coming years. Germany is committed to the goal of becoming a climate-neutral country by 2045. Both countries want to expand their cooperation on renewable energy. Using biomass, Germany will be increasingly interested in importing wood chips from Norway. As a rich offshore wind energy in combination of the considerable wind resources in the North Sea, Germany and Norway will enhance their cooperation in offshore wind. They also plan to build on the existing cooperation in the North Sea Energy Cooperation.

Para realizar a importação de grandes volumes de hidrogênio o mais rápido possível e assegurar sua rápida disponibilidade, nós planejaremos também o uso do hidrogênio azul por um período de transição.

Joint Statement Germany - Norway
<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/03/20220316-germany-and-norway-sign-joint-statement-on-cooperation-on-hydrogen-imports.html>

Bloomberg

US Edition | Sign In | Subscribe

Live Now Markets Economics Industries Technology Politics Wealth Pursuits Opinion Businessweek Equality Green

France's Hydrogen Pipeline With Spain Is at Risk Over Green Rules

- Paris pushes to classify nuclear-produced hydrogen as 'green'
- Debate on hydrogen production methods weighs on BarMar plan

REUTERS

World Business Markets Sustainability Legal

France in new row with Germany and Spain over nuclear-derived hydrogen

By Michel Rose, Belén Carreño and Kate Abnett

February 9, 2023 3:00 AM GMT-3 · Updated 4 months ago

FINANCIAL TIMES

HOME WORLD US COMPANIES TECH MARKETS CLIMATE OPINION WORK & CAREERS LIFE & ARTS HTSI

France and Germany split over EU green hydrogen rules

Controvérsia H2Med: Espanha-França-Alemanha

Macron's green light for the so-called H2Med or BarMar project was, according to Paris, in return for Spanish and German commitments on red hydrogen.

Certificação do hidrogênio por intensidade de carbono simplifica regulação e acelera mercado

Brasil será relevante no mercado de hidrogênio de baixo carbono



- ✓ Significativa **dotação de recursos naturais** para produção de hidrogênio e potencial de CCUS
- ✓ **Comprometimento do governo** com hidrogênio de baixo carbono (mais de 20 anos!)
- ✓ **Regulação & ambiente de negócios robustos** no setor energético (aperfeiçoamentos são necessários)
- ✓ **Capital humano, capacitação tecnológica & logística internacional**
- ✓ **Obter benefícios das vantagens competitivas nacionais**, enquanto **desenvolve novas vantagens competitivas, inclusive nas cadeias de fornecedores de bens e serviços**
 - ✓ **Renováveis são blue-chip** para hidrogênio, mas **gás natural** e **nuclear** também são **relevantes**
- ✓ **Neutralidade tecnológica** (foco baixo carbono!)
- ✓ **Mercados existentes e potenciais**
- ✓ **Cooperações internacionais** amplas

Certificação da intensidade de carbono, especificação e mecanismos de flexibilidade como a mistura física e a compensação no mercado de carbono. Remover barreiras ao desenvolvimento do mercado!



www.epe.gov.br

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Obrigado!

Suporte governamental ao P&DI de hidrogênio não é novo...



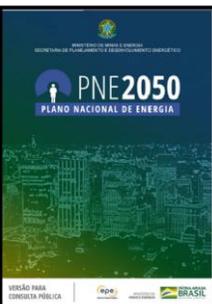
Compromisso de longo prazo com hidrogênio trouxe resultados

Programas, Planos, Relatórios e Resoluções

MCTI 2002 MME 2005 MCTI 2010 MCTI 2018



MME-EPE
2020



CNPE nº 2
2021



CNPE nº 6
2021



CNPE nº 6
2022



Capacitação e Desenvolvimento Tecnológico



Investimentos públicos e publicamente orientados em P&DI alcançaram R\$ 200 milhões em 1999-2018 (1% do P&DI em Energia em 2018)

Resolução CNPE nº 2, 10/02/2021
Orientar ANEEL e ANP que, em suas competências, priorizem recursos de P&DI a temas estratégicos, entre os quais hidrogênio.

Start-ups



Mercado doméstico de hidrogênio e potencial de mercado



Mercados existentes e novos

Em 2031, ~ 2/3 das emissões de carbono do setor energético do Brasil (529 MtCO₂eq) será na indústria e nos transportes [EPE - PDE 2031]



Fertilizante



Refino



Metanol



Mineração & Metalurgia



Alim., biocomb. & Outros



Armazenamento de Energia



Empilhadeiras, etc.



Transportes



SFAs



Local & global players/ fornecedores

Informações sobre hidrogênio natural no país

Box 12 - 3: Hidrogênio natural no Brasil

Quanto ao hidrogênio natural, anteriormente considerado marginal, senão inexistente, aparece cada vez mais como uma opção importante a ser explorado pelas empresas de energia no futuro próximo (Prinzhofer & Deville, 2015; Deville & Prinzhofer, 2015; Zgonnik, 2020). Muitas startups estão lançando programas de exploração/produção em vários países do mundo, enquanto grandes empresas de energia e governos estão observando e agindo de forma mais discreta, mas insistente.

As fontes geradoras de H₂ natural, ou geológico, conhecidas são: 1) a radiólise, relacionada à radioatividade natural das rochas que, em particular, separa o hidrogênio e oxigênio da água, liberando esses gases; 2) a oxidação de minerais de Ferro (Fe), com Fe⁺² oxidando a Fe⁺³ gerando magnetita, hematita, biotita, etc., e com a redução da água liberando H₂; 3) a ação do enxofre (S), que com a redução do Fe⁺³ para Fe⁺², gerando pirita (H₂S) e H₂; e, 4) a decomposição do íon amônia NH₄ que se decomporá em N e H (PRINZHOFER et al., 2019).

Em ambientes terrestres de terrenos geológicos cratônicos de idade proterozoica, também foi observado hidrogênio nos Estados Unidos (Carolina do Sul, Kansas), Canadá, Austrália, Brasil e muitos de outros lugares. A fonte é relativamente semelhante: oxidação de um material rico em ferro e liberação de H₂, essas exsudações de superfície são sistematicamente em regiões muito antigas, geralmente proterozoicas ou neoproterozoicas, e rica em metais (MORETTI et al., 2018).

No Mali, localizado na porção ocidental da África, encontra-se atualmente o maior exemplo de exploração e produção de hidrogênio no mundo. O Mali é o único exemplo de produção industrial de hidrogênio natural no mundo, com ocorrência de hidrogênio em reservatórios nas profundidades entre 100 m e 1.800 m. O gás produzido é atualmente usado para gerar energia limpa e iluminar parte do vilarejo de Bourakébougou, perto da capital Bamako, em uma área rural pobre que não tinha acesso à eletricidade (PRINZHOFER, CISSÉ e DIALLO, 2018).

Nesse contexto, observa-se que o Brasil é um país de enorme extensão territorial e engloba várias zonas cratônicas proterozoicas e mesoproterozoicas que, como citado acima são propícias à geração e preservação do hidrogênio natural. As campanhas exploratórias preliminares realizadas em vários estados da federação mostraram potenciais significativos em hidrogênio. Foram estudadas áreas nos estados do Ceará, Goiás, Tocantins, Roraima, Minas Gerais e Bahia que apresentaram diferentes potenciais para a pesquisa de hidrogênio natural. Alguns melhores e outros piores, mas sempre positivos. Esta lista não é exaustiva, uma vez que muitas outras regiões nunca foram estudadas.

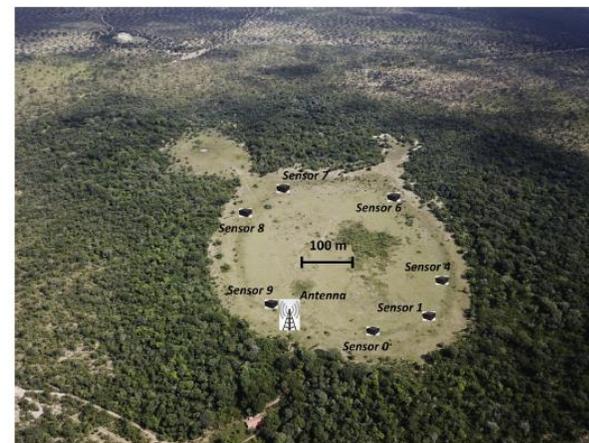
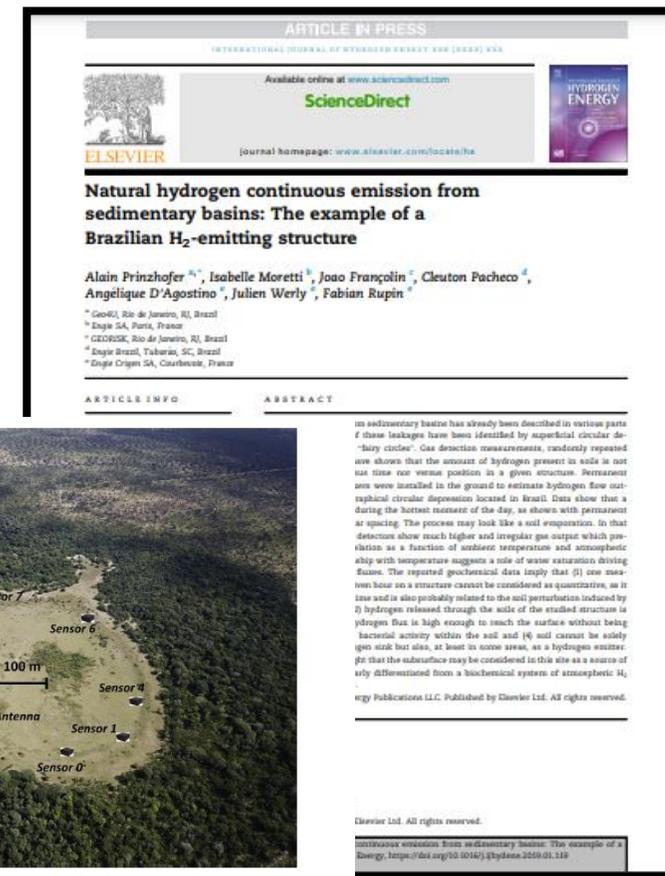


Fig. 1 – Photo of the location of H₂ monitoring in a circular depression of the São Francisco Basin (Brazil). H₂ sensors positions, and the data-transmitting antenna are shown.

As campanhas exploratórias preliminares realizadas em vários estados da federação mostraram potenciais significativos em hidrogênio. Áreas já estudadas: Ceará, Goiás, Tocantins, Roraima, Minas Gerais e Bahia.

Estimativas de custos de produção de hidrogênio

Levantamento de custos de produção do hidrogênio

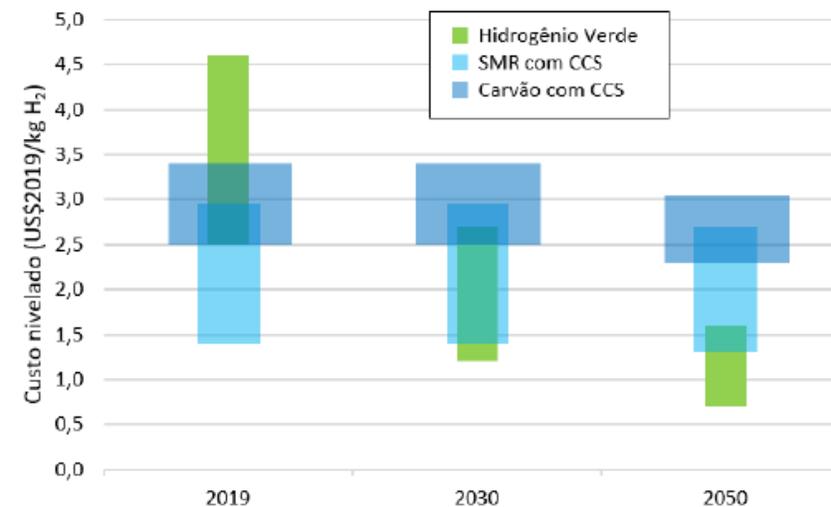
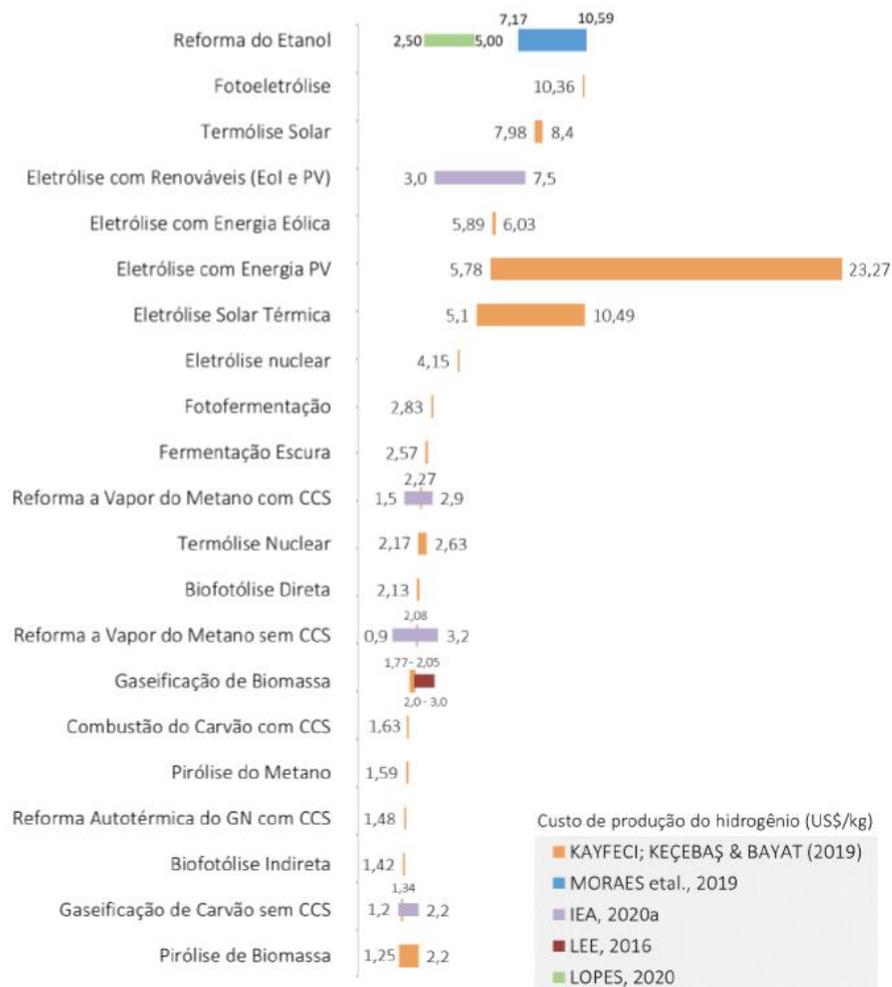


Figura 8 – Projeções das faixas de custo nivelado para projetos de grande escala.

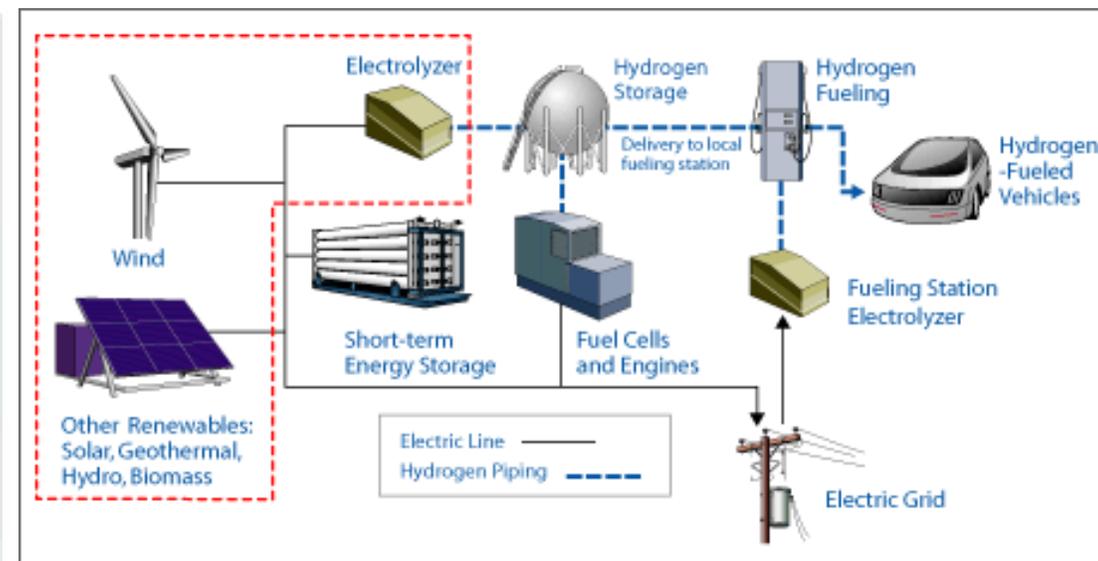
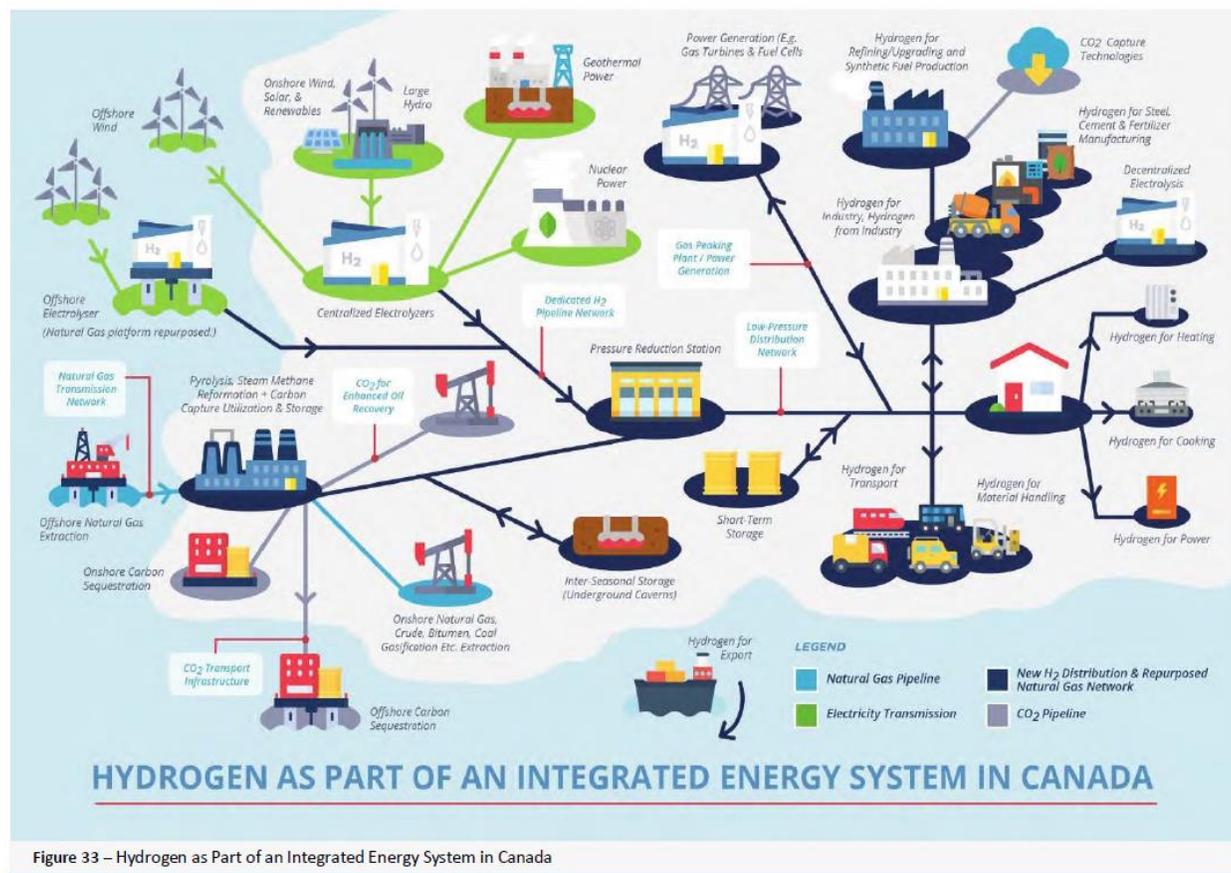
Fonte: Adaptado de BNEF (2020)

Em BNEF (2020), a projeção para eletrólise com fontes renováveis considera projetos de grande porte com estimativas de redução de Capex significativas. Na produção via reforma a vapor do metano, assumiu um custo com gás natural de USD2019 1,1 a 10,3/MMBTU. Para a gaseificação do carvão, foi adotada uma faixa de preços de USD2019 30 a 116/t.

IRENA projeta queda de custos de 60-70% até 2050. Breakeven em 2028-2034, a depender das premissas.

Hidrogênio de baixo carbono e integração com outras fontes de energia

Hidrogênio como vetor energético e papel no armazenamento de energia



O hidrogênio produzido pode ser usado para veículos a célula de combustível, geração de eletricidade ou aplicações industriais. Além disso, durante períodos de baixa demanda elétrica, muitos geradores de energia renovável produzem excesso de eletricidade. A eletrólise permite o armazenamento desse excesso de energia como hidrogênio, que pode ser posteriormente convertido em energia elétrica sob demanda.

Fonte: https://www.nrcan.gc.ca/sites/nrcan/files/environment/hydrogen/NRCan_Hydrogen%20Strategy%20for%20Canada%20Dec%202015%202200%20clean_low_accessible.pdf

Fonte: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/water-electrolysis-working-group>

Hidrogênio de baixo carbono e integração de infraestruturas

Integração de infraestruturas pode aumentar competitividade



Fonte: <https://www.charleyrattan.com/offshore-wind-and-hydrogen/>

Fonte: <https://www.porttechnology.org/news/what-is-green-and-blue-hydrogen-for-the-ports-industry/>

Sinergias e integrações de projetos: de *brownfield* para *greenfield*, a construção da transição energética e o hidrogênio de baixo carbono.

Estimativas de custos de produção do H2V no Brasil



Report on Green Hydrogen in Brazil

Casos:

A1: produção de amônia próxima ao Porto de Aratu (BA) - Eletricidade adquirida a partir de usina de geração eólica situada no interior da Bahia

A2: produção de amônia próxima ao Porto de Aratu (BA) - Eletricidade adquirida a partir de usina de geração solar fotovoltaica situada próxima à planta de produção de hidrogênio

P1: produção de amônia próxima ao Porto de Pecém (CE) - Eletricidade adquirida a partir de usina de geração eólica situada no interior do Ceará

E1: Produção de amônia em planta existente, a partir de suprimento parcial com hidrogênio verde (20% do total demandado)

E2: Produção de amônia em planta existente, com 100% de suprimento com hidrogênio verde

E3: Produção de amônia em planta existente, com 100% de eletricidade verde adquirida no mercado livre

Tabela 12 - 5: Panorama de resultados de produção de hidrogênio por caso simulado

Cenário	A1	A2	P1	E1	E2	E3
Potência Instalada de produção de eletricidade (MW)	295	207	339	400	2.392	-
Produção de eletricidade (MWh/ano)	975.882	319.879	1.120.751	1.321.205	7.909.664	-
Excedentes de eletricidade para venda (MWh/ano)	182.311	18.021	278.215	639.288	4.498.862	-
Consumo de eletricidade para produção de H ₂ (MWh/ano)	746.996	283.151	793.087	682.917	3.410.802	3.410.802
Consumo de eletricidade para produção de NH ₃ (MWh/ano)	46.575	17.654	49.449	-	-	-
Produção de hidrogênio (t/ano)	14.389	5.454	15.277	13.140	65.700	65.700
Atendimento ao critério de adicionalidade (S/N)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Porte do eletrolisador (MW)	100	100	100	95	465	385
Potência total da planta de H ₂ (MW)	105,6	105,6	105,6	100,5	491,3	406,0
Custo de Eletricidade ¹ (US\$/kWh)	0,033	0,069	0,031	0,039	0,039	0,030
LCoH (US\$/kg H ₂)	3,67	5,19	3,73	4,66	4,94	2,19
LCoA ² (US\$/t NH ₃)	1.027	1.447	1.010	-	-	-

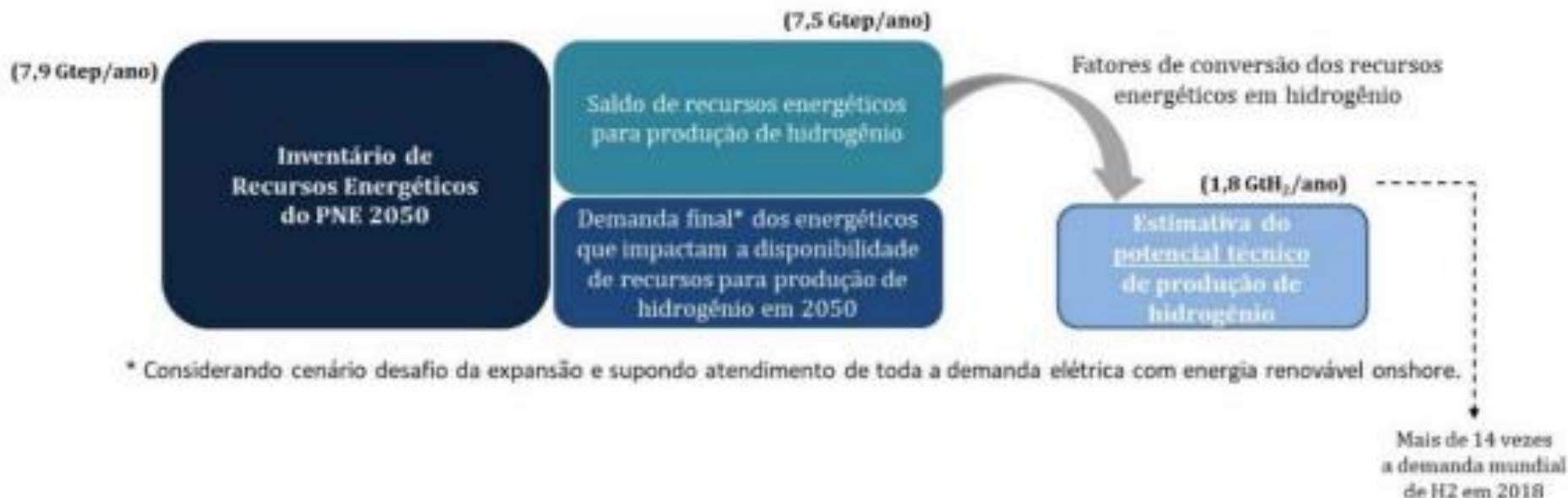
Notas: (1) Corresponde ao custo de eletricidade usado para a produção de hidrogênio. Não necessariamente corresponde ao custo nivelado da planta produtora de eletricidade, por conta da venda de excedentes gerados à rede.

(2) Para a estimativa de custo nivelado de produção de amônia (LCoA) em unidades existentes, são necessários dados que não são públicos. Desta forma, em alguns casos apresentados na tabela, apenas o custo nivelado de produção de hidrogênio (LCoH) é estimado.

Em estudo realizado para a EPE e o MME (Report on Green Hydrogen in Brazil), por meio da GIZ, pela Tractebel Engineering GmbH, no âmbito da Parceira Energética Brasil-Alemanha (German Brazilian Technology Partnership for Energy Storage - DKTI)

Abordagem

Figura 12 - 10: Esquemático do cálculo de estimativa do potencial técnico de produção de hidrogênio no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Potencial técnico disponível é de 1,8 Gt H₂/ano (horizonte 2050 normalizado), sendo 96% renovável.

Detalhamento do potencial técnico de hidrogênio

Tabela 12 - 6: Estimativa do potencial técnico de produção de hidrogênio a partir do saldo de recursos energéticos até 2050

Recurso Energético	Potencial de Hidrogênio Mt/ano
Renovável – <i>Offshore</i> *	1.715,3
Renovável – <i>Onshore</i> *	18,1**
Biomassa	50,5
Nuclear	6,9
Fósseis	60,2
Total	1.851

*Notas:

(1) Os recursos renováveis onshore e offshore considerados são o hidráulico, o solar e o eólico.

(2) O potencial pode se revelar bastante superior ao apontado em caso de não ocorrência da suposição de atendimento à totalidade da demanda de energia por fontes dessa natureza, conforme premissa assumida neste trabalho

Fonte: Elaboração EPE.

Tabela 12 - 7: Detalhamento do potencial técnico de produção de hidrogênio a partir dos recursos renováveis offshore

Recurso Energético Renovável Offshore	Potencial de Hidrogênio Mt/ano
Eólica offshore - 10 km dist.	11,2
Eólica offshore - 50 km (exc. 10 km dist)	39,8
Eólica offshore - 100 km (exc. 50 km dist)	50,2
Eólica offshore - ZEE (exc. 100 km dist)	249,2
Oceânica	8,8
PV Offshore	1.356,1
Total	1.715,3

Por que o maior potencial técnico é *offshore*? Porque a maior parte do potencial técnico *onshore* é utilizado para atender a demanda elétrica “convencional”.