



# Observatório de Hidrogênio

Nº 01

---

SETEMBRO  
2021



# Observatório de Hidrogênio n° 1

## **Organizadores**

Nivalde de Castro  
Sayonara Elizário  
Luiza Masseno

## **Equipe de Pesquisa**

Allyson Thomas  
Bruno Gonçalves  
José Vinicius Freitas  
Kalyne Brito  
Luana Bezerra  
Vinicius Botelho

## **Revisão Geral**

Bianca Castro

Setembro de 2021

# Sumário

Introdução.....	5
1. Cenário Brasileiro.....	6
1.1. Programa Nacional de Hidrogênio.....	7
1.2. Aceitação Pública e Formação de Recursos Humanos.....	10
1.3. Oportunidades para o Brasil.....	11
2. Cenário Internacional.....	13
2.1. Relatório IEA: <i>Hydrogen in Latin America</i> .....	14
2.2. Economia de Hidrogênio no Mundo	19
2.2.1. Projetos de Hidrogênio.....	19
2.2.2. Uso Final do Hidrogênio.....	24
2.2.3. Políticas Públicas e Financiamentos.....	27
3. Considerações Finais.....	29

# Introdução

---

O hidrogênio (H<sub>2</sub>) tem sido reconhecido como um importante vetor energético, capaz de promover uma profunda descarbonização da economia mundial, especialmente em segmentos de difícil redução de emissões, como os setores industrial e o de transportes. Neste contexto, a transição energética de uma economia composta majoritariamente por combustíveis fósseis para o hidrogênio verde ou de baixo carbono irá transformar significativamente o setor energético e, ainda, atender a dois requisitos centrais do Acordo de Paris: segurança energética e redução de emissões de gases de efeito estufa.

Diante das potencialidades do H<sub>2</sub>, diversos países estão estimulando o desenvolvimento da economia do hidrogênio, como se pode observar pelo crescente anúncio de políticas públicas e projetos demonstrativos em toda a cadeia de valor deste vetor.

Posto isto e considerando a evolução exponencial da economia do hidrogênio, o presente relatório tem como objetivo central apresentar um estudo analítico do acompanhamento sistemático do setor, atentando para as principais políticas públicas, diretrizes e projetos, bem como inovações tecnológicas e regulatórias de toda a cadeia de valor do hidrogênio.

Destaca-se que este Observatório de Hidrogênio apresenta duas análises relevantes para a economia do hidrogênio:

- i. Diretrizes do Programa Nacional de Hidrogênio Brasileiro
- ii. Relatório da IEA “*Hydrogen in Latin America*”.

# Cenário Brasileiro

---

O Brasil possui características singulares, a nível mundial, para se tornar um *hub* de hidrogênio. Neste sentido, após a publicação da Resolução CNPE nº 6/2021, que estipulou um prazo de 60 dias para a definição das diretrizes do Programa Nacional de Hidrogênio (PNH<sub>2</sub>), o trabalho tem se intensificado tanto na esfera pública, como na privada.



No que tange a atuação do Estado, o Ministério de Minas e Energia (MME) apresentou ao Conselho Nacional de Políticas Energética (CNPE) o documento “Programa Nacional de Hidrogênio - Proposta de Diretrizes”.

O estudo desenvolvido pelo MME foi realizado em conjunto com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

A Proposta de Diretrizes pode ser acessada em: [Diretrizes PNH<sub>2</sub>](#)

Fonte: MME, 2021.

# Cenário Brasileiro

## Programa Nacional de Hidrogênio: PNH2

A estruturação e o desenvolvimento da economia de hidrogênio em um determinado país estão atrelados, essencialmente, às potencialidades de produção, uso doméstico ou exportação do H<sub>2</sub>. Deste modo, a disponibilidade de recursos energéticos, renováveis ou não, a infraestrutura existente, a capacidade de financiamento, dentre outras características, são aspectos centrais para o correto posicionamento do país nesta economia.

Tratando especificamente do Brasil, a abundância de recursos energéticos, bem como a possibilidade de uso doméstico ou para exportação, faz com que o país tenha maior flexibilidade no que tange à escolha das melhores rotas de produção de H<sub>2</sub>, podendo, assim, acelerar o desenvolvimento desta economia (MME, 2021). Reconhecendo o papel que o hidrogênio terá na busca pelo desenvolvimento sustentável e, mais especificamente, no alcance das metas de neutralidade climática, o Brasil tem como objetivo aumentar a competitividade e a participação do hidrogênio na matriz energética nacional. Para isso, considerando as potencialidades nacionais e as expectativas de desenvolvimento internacional, o Brasil irá estruturar seu programa com base nas seguintes características:

1. Potencial de recursos energéticos (renováveis e não renováveis);
2. Alta participação de fontes renováveis na matriz energética nacional;
3. Infraestrutura de transporte de energia (Sistema Interligado Nacional);
4. Disponibilidade hídrica;
5. Base instalada de potencial consumo na indústria, nos transportes, no comércio ou serviços e nas residências, bem como seu potencial de expansão;
6. Exportação: infraestrutura portuária e logística favorável para inserção global;
7. Base de capacitação tecnológica e de recursos humanos já estabelecida e com considerável potencial de expansão;
8. Disponibilidade de fundos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – PD&I; e
9. Condições diversas de financiamento para renováveis e projetos de hidrogênio.

# Cenário Brasileiro

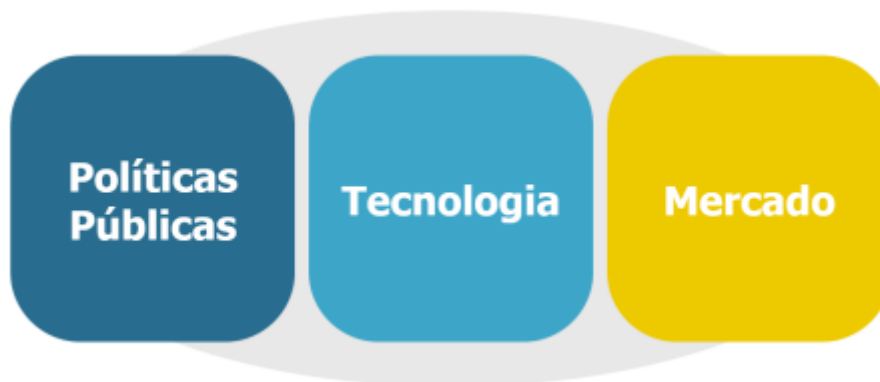
## Programa Nacional de Hidrogênio: PNH2

A estruturação do PNH2 mostra-se alinhada aos principais documentos publicados por agências internacionais de energia. De acordo com a *International Energy Agency* (IEA), as recomendações centrais atreladas a ações políticas são:

- Desenvolvimento de estratégias e roteiros sobre o papel do hidrogênio no sistema energético;
- Criação de fortes incentivos para o uso de hidrogênio de baixo carbono para deslocar combustíveis fósseis;
- Mobilização de investimentos em ativos de produção, infraestrutura e fábricas;
- Fornecimento de forte apoio à inovação para garantir o rápido alcance da comercialização de tecnologias críticas; e
- Estabelecimento de regimes de certificação, padronização e regulamentação apropriados.

Sucintamente, conforme apresentado na Figura 1, o Programa Nacional de Hidrogênio Brasileiro será estruturado sobre três pilares:

Figura 1 – Pilares de estruturação do PNH2



Fonte: Programa Nacional do Hidrogênio (2021).

Destaca-se que são pilares interdependentes e que precisam evoluir de forma síncrona para que possam promover uma aceleração na obtenção dos resultados almejados.



# Cenário Brasileiro

## Programa Nacional de Hidrogênio: PNH2

Devido às características do Brasil, entende-se que o PNH2 e as suas respectivas diretrizes devem estar pautadas em princípios capazes de valorizar o potencial de recursos energéticos, renováveis e não renováveis, na abrangência e no alinhamento às ambições globais e nacionais de descarbonização, no desenvolvimento de um mercado doméstico e de exportação competitivos, bem como no desenvolvimento da indústria nacional e na busca de sinergias internacionais.

Diante disso e considerando os três pilares definidos no Programa, as diretrizes foram divididas em seis eixos principais (Figura 2) e um transversal, que é a promoção da aceitação pública do hidrogênio.

Figura 2 - Eixos temáticos do PNH2



[MME, 2021.](#)

Fonte: Programa Nacional do Hidrogênio (2021).

# Cenário Brasileiro

## Aceitação Pública e Formação de Recursos Humanos

Com as iniciativas de construção de uma economia de hidrogênio ganhando força, ações que promovem a aceitação pública e a formação de recursos humanos estão se tornando cada vez mais frequentes. Cabe salientar que este é um aspecto essencial à utilização ampla do hidrogênio na economia.

Por ser um elemento que apresenta características particulares de manuseio, aplicação e utilização, conforme há o desenvolvimento técnico, econômico e regulatório, ações específicas devem ser feitas para que se promova o aumento da confiança, pautada em aspectos técnicos, experimentais e regulamentados.

Neste sentido, o projeto de cooperação técnica H2 Brasil, desenvolvido pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH* (GIZ), em parceria com o MME, visa não apenas apoiar a implementação do PNH2, mas também tem como um de seus objetivos promover eventos e campanha de sensibilização, com a intenção de esclarecer o papel das empresas no desenvolvimento do mercado de hidrogênio.

Ademais, dentre os cinco objetivos propostos pelo H2 Brasil, encontra-se também a qualificação da mão de obra. Segundo Bernd dos Santos Mayer, coordenador do componente inovação hidrogênio verde da GIZ Brasil, o SENAI e o Ministério de Educação (ME) serão os principais parceiros. As instituições irão criar *hubs* de educação em hidrogênio no Brasil, assim como apoiar a construção de laboratórios e a capacitação do público nos temas de hidrogênio, Power-to-X, entre outros. Durante o evento [Inovações em Energias Renováveis](#), organizado pela Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha (AHK), Bernd comentou que o projeto estava previsto para iniciar em setembro de 2021.

Em agosto, o Grupo de Estudo do Setor Elétrico (GESEL) anunciou o Curso de Extensão “Hidrogênio e Transição Energética”, realizado em parceria com a AHK Rio. O curso tem como objetivo fomentar o aumento da mão de obra especializada, bem como esclarecer dúvidas sobre o tema, visando ampliar a aceitação pública acerca do hidrogênio.

**As inscrições para a nova turma estão abertas através do link: [2ª Turma](#)**

# Cenário Brasileiro

## Oportunidades para o Brasil

O Brasil tem um enorme potencial para geração de energias renováveis, permitindo que o país seja capaz de fornecer hidrogênio verde e de baixo carbono por diferentes rotas. Por esta razão, a EPE defende a estratégia “hidrogênio arco-íris”, resumida na Figura 3.

Figura 3 – Classificação da produção de hidrogênio em cores

<b>Cor</b>	<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
■	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 <sub>2</sub>
■	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: EPE (2021).

O potencial brasileiro atrai a atenção do mercado europeu. De acordo com o que foi apresentado por Ansgar Pinkowski, gerente de inovação e sustentabilidade na AHK, durante o evento [Rotas de Hidrogênio: Energia do Futuro e Oportunidades para o Rio](#), a Alemanha será capaz de atender apenas 10% da sua demanda de hidrogênio, tendo que importar os 90% restantes.

# Cenário Brasileiro

---

Este cenário abre portas para que o Brasil se torne um exportador de hidrogênio, visando atender a demanda do mercado europeu. Pinkowski também comentou, durante o *webinar* “Rotas de Hidrogênio: Energia do Futuro e Oportunidades para o Rio”, que cerca de 90% das empresas que fazem parte do *Hydrogen Council* têm subsidiária no Brasil. Isso significa que o país já tem acesso às melhores tecnologias de geração, distribuição e uso de hidrogênio.

Segundo a IEA, o H<sub>2</sub> pode ser utilizado para descarbonizar a indústria de refino de petróleo do Brasil, uma vez que o setor representa 83% da demanda de hidrogênio no país. Usinas híbridas também podem ser uma oportunidade para expandir a produção de hidrogênio verde, utilizando o excedente noturno da geração eólica de parques do Nordeste.

## Oportunidades para o Hidrogênio Verde no Rio de Janeiro

O estado do Rio de Janeiro tem características singulares que o posicionam de forma vantajosa para a produção e a exportação de hidrogênio verde. Dentre elas, destacam-se as bases acadêmica e industrial fortes, garantindo mão de obra qualificada e promovendo investimentos contínuos em transição energética.

Além disso, o Programa Rio Capital da Energia pode contribuir para impulsionar o mercado de hidrogênio no estado, uma vez que visa consolidar o Rio de Janeiro como referência em segurança no abastecimento nacional, bem como torná-lo protagonista na transição energética do Brasil.

Outro ponto favorável para o estado é a existência de infraestrutura de exportação, como o Porto de Açu. O Porto está localizado em uma posição estratégica que proporciona o desenvolvimento de projetos de usinas eólicas *off-shore*, sendo que alguns já estão em fase de estudo. Estes projetos terão grande relevância para o desenvolvimento da indústria de hidrogênio verde.

Para saber mais: [Firjan](#)

# Cenário Internacional

---

O mundo passa por um processo de transformação dos padrões de produção e consumo, cujo principal *driver* é a descarbonização, em razão do aumento da conscientização humana sobre os impactos socioambientais advindo das ações antrópicas. Neste sentido, o Acordo de Paris, firmado em 2015, é considerado um marco histórico na busca pelo desenvolvimento sustentável, haja vista que os países tiveram de se comprometer a reduzir, de forma acentuada, as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Para atingir tais metas, se faz necessária uma transição energética profunda, capaz de descarbonizar, inclusive, o setor de transportes e a indústria, responsáveis, em conjunto, por cerca de 46% das emissões de GEE.

Neste contexto, o hidrogênio surge como a principal alternativa para descarbonizar, de forma profunda e transversal, o setor energético, uma vez que é capaz de promover um acoplamento setorial, de modo a, gradativamente, substituir o petróleo.

Este movimento de transformação tem sido liderado pelos países da União Europeia, grandes consumidores de energia fóssil, provenientes do gás natural e do carvão, por exemplo. Porém, devido às perspectivas de enorme demanda de hidrogênio de baixo carbono e reduzido potencial para produção deste elemento, emerge o desenvolvimento da economia do H<sub>2</sub>.

Deste modo, surgem países produtores e exportadores de hidrogênio, bem como aqueles que, por necessidade, desejam importar o H<sub>2</sub>. Destaca-se que este cenário apresenta uma nova oportunidade para países com elevado potencial de produção de energia renovável, como Brasil, Chile, Austrália, Arábia Saudita, países do norte da África, dentre outros, tendo em vista que podem produzir e exportar hidrogênio verde ou de baixo carbono.

Diante do potencial e das intenções declaradas pelos países da América Latina, a IEA publicou um relatório intitulado [Hydrogen in Latin America](#), apresentado a seguir.

## *Hydrogen in Latin America*

A América Latina é, hoje, uma das regiões do mundo com maior potencial para produção de energia a partir de fontes renováveis e pode desempenhar um papel importante no impulso internacional para o hidrogênio de baixo carbono, especialmente pela possibilidade de ser grande exportadora de H<sub>2</sub>.

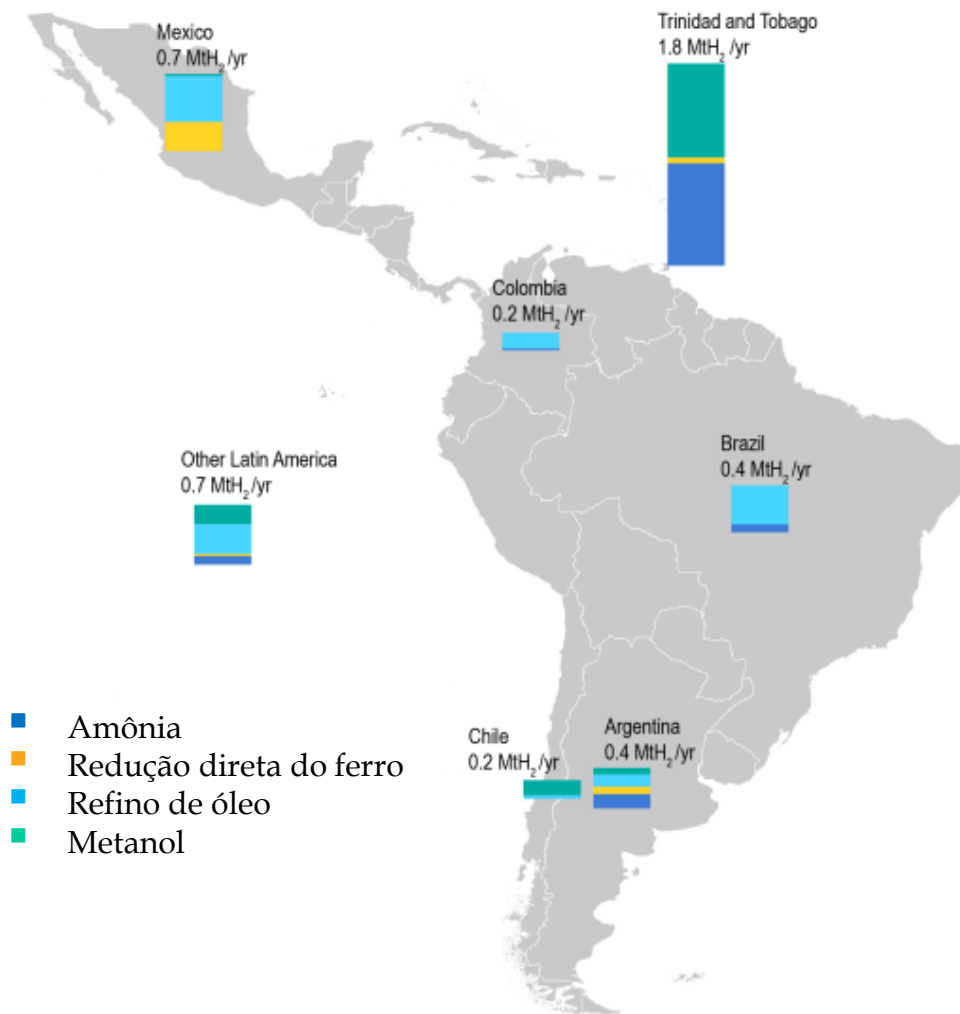
Até o momento da elaboração do estudo, foram identificados 11 países, na região, que publicaram ou estão atualmente preparando estratégias e roteiros nacionais para o desenvolvimento da economia do hidrogênio. Além disso, foram mapeados mais de 25 projetos de hidrogênio de baixo carbono que estão nos estágios iniciais de desenvolvimento.

Na América Latina, assim como em outros lugares do mundo, o hidrogênio já é, atualmente, um elemento utilizado em diversos processos, todavia a obtenção deste gás ocorre via fontes fósseis. Por isso, o uso do hidrogênio é responsável, indiretamente, por elevadas emissões de GEE na região. Os setores industriais e de refino de petróleo da América Latina exigiram mais de 4 Mt de hidrogênio em 2019 (cerca de 5% da demanda global), principalmente para produzir amônia, metanol, aço e produtos de petróleo refinados.

Em 2019, a produção de hidrogênio na região demandou mais gás natural do que o fornecimento total do Chile e liberou mais CO<sub>2</sub> na atmosfera do que todos os veículos rodoviários da Colômbia. Quase 90% da demanda de hidrogênio desta porção do continente, em 2019, estava concentrada nas cinco maiores economias da região (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México) e em Trinidad e Tobago (Caribe), que sozinho respondeu por mais de 40% da demanda total de H<sub>2</sub> ([IEA, 2021](#)). A Figura 4 apresenta, para o ano de 2019, a demanda de hidrogênio na América Latina.

## Hydrogen in Latin America

Figura 4 – Demanda de hidrogênio da América Latina (2019)



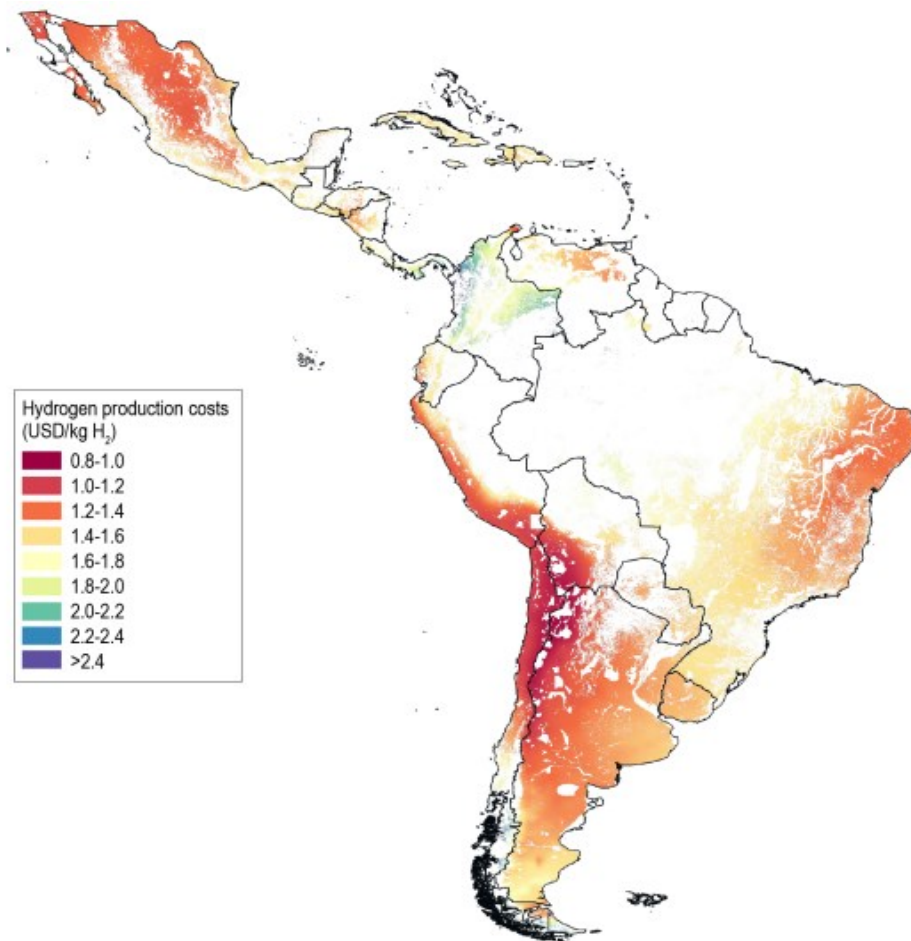
Fonte: IEA (2021).

Observa-se pelo gráfico que, no Brasil, a demanda de hidrogênio se dá na produção de amônia e fertilizantes e no refino de óleo. Destaca-se que, desses mercados, o setor de amônia vem se destacando como um potencial mercado de médio e longo prazo, tendo em vista que há usos existentes para o H<sub>2</sub>, bem como há perspectivas de novos usos finais para amônia. Isso abre um cenário de expansão do uso desse produto seja em processos químicos, como transportador de hidrogênio ou combustível para o transporte ou produção de energia.

Outro aspecto relevante no que se trata do potencial da região na economia do hidrogênio, são as potencialidades de geração de energia renovável a baixos custos, refletindo diretamente em menores custos para o H<sub>2</sub>, como mostra a Figura 5.

## Hydrogen in Latin America

Figura 5 – Custo Nivelado de Hidrogênio produzido a partir de eletrólise, alimentada por geração híbrida solar mais eólica *on-shore*, na América Latina (2050)



Fonte: IEA (2021).

Na figura, é possível observar o elevado potencial da América Latina para produção de hidrogênio verde, com destaque para o Chile e para o Brasil. Segundo a escala, ambos os países serão capazes de produzir hidrogênio abaixo de US\$ 2/kg H<sub>2</sub>, que é a meta almejada para viabilização do mercado.

Para realização desta projeção, algumas premissas foram utilizadas com a finalidade de estimar a redução de custos dos sistemas. A Tabela 1 apresenta os dados utilizados no relatório.



## Hydrogen in Latin America

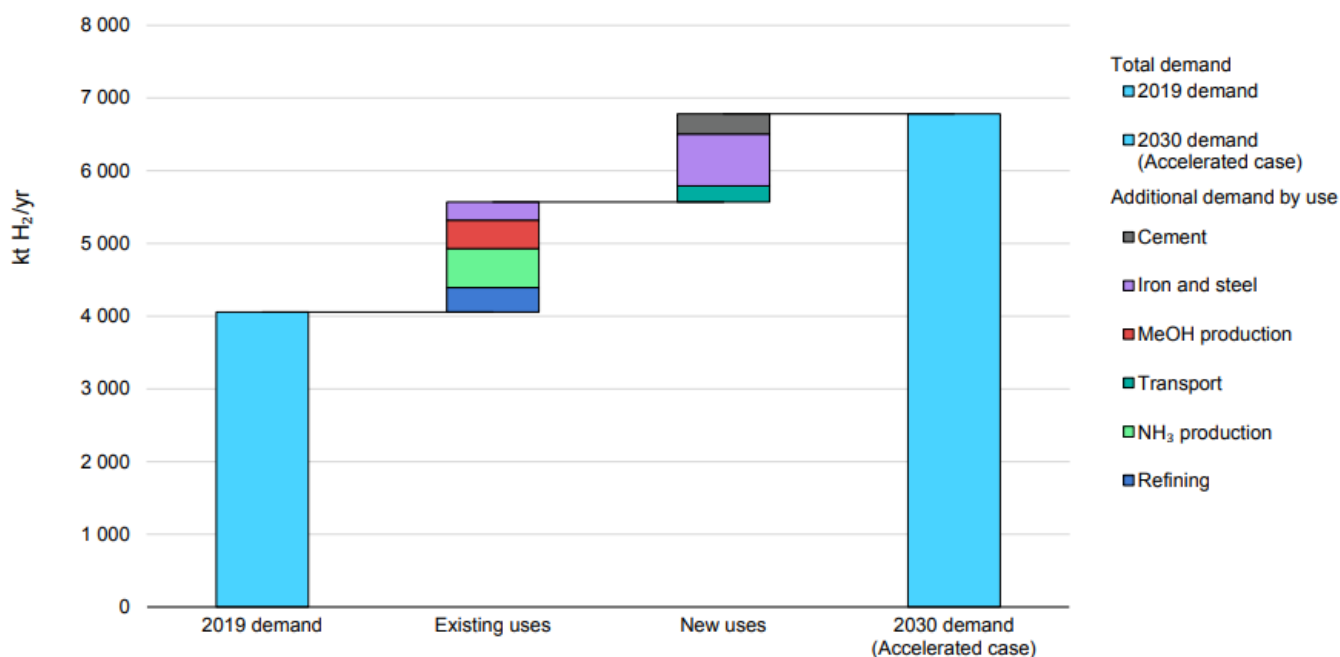
Tabela 1 - Premissas utilizadas para projeção do Custo Nivelado de Hidrogênio na América Latina (2050)

Parâmetros	Unidades	Valores
CAPEX Eletrolisador	[US\$/kW]	232 - 341
CAPEX Sistema Fotovoltaico	[US\$/kW]	325
CAPEX Eólica <i>On-shore</i>	[US\$/kW]	1200
OPEX Eletrolisador	[% CAPEX Eletrolisador]	3
Eficiência do Eletrolisador	[%]	74
Vida Útil	[anos]	33
Taxa de Desconto	[%]	6

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da IEA (2021).

Diante da análise e da perspectiva da IEA, o ganho de escala da economia do hidrogênio tende a ampliar a demanda tanto dos usos já existentes, como também de novos usos, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Crescimento da demanda de H<sub>2</sub> por setores, para um cenário acelerado



Fonte: IEA (2021).

## *Hydrogen in Latin America*

As projeções indicam um crescimento significativo do uso do H<sub>2</sub> no setor de ferro e aço, o que é um aspecto importante a nível mundial quando se trata de emissões. Contudo, considerando o aspecto regional, essa perspectiva apresenta um potencial cenário de uso do hidrogênio no mercado doméstico de países como o México e o Brasil, que foram responsáveis, em 2019, por cerca de 80% da produção regional de aço. Além disso, dentre os novos usos, cabe salientar o papel que o H<sub>2</sub> terá na descarbonização do transporte pesado.

Apesar das excelentes perspectivas, a promoção de novos usos necessita de avanços tecnológicos, econômicos e regulatórios, haja vista que, por ser uma indústria nascente e com transversalidade de aplicações na economia, seu desenvolvimento é mais complexo e necessita de ações conjuntas para que os objetivos sejam atingidos. Neste sentido, o estudo da IEA *“Hydrogen in Latin America”* apresenta seis recomendações para os formuladores de políticas:

1. Definição de uma visão de longo prazo para a implementação do hidrogênio no setor energético;
2. Identificação de oportunidades de curto prazo que apoiem a implementação de tecnologias essenciais;
3. Apoio ao desenvolvimento por meio de financiamentos capazes de reduzir o risco de investimento;
4. Desenvolvimento de P&D estratégicos;
5. Incentivo à certificação do hidrogênio de baixo carbono; e
6. Cooperação regional e internacional para posicionar a América Latina no cenário global de hidrogênio.

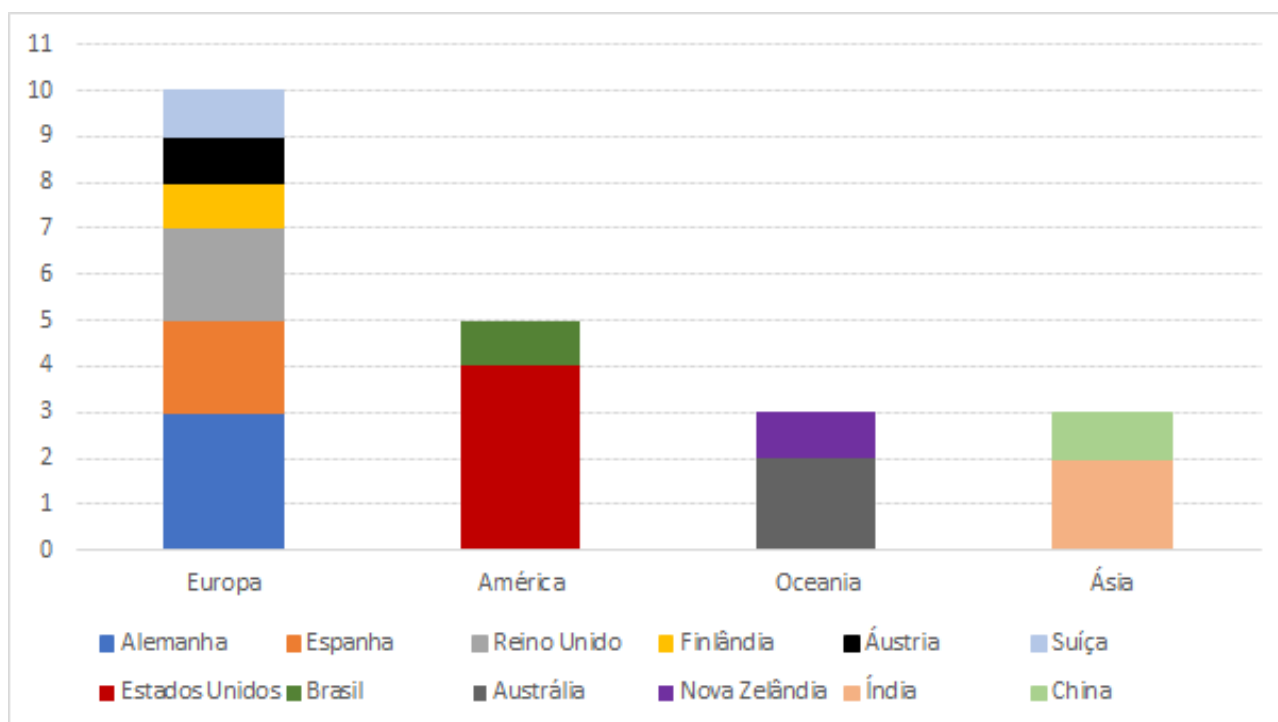
Para acessar o estudo completo, clique: [IEA, 2021](#)

# A Economia de Hidrogênio no Mundo

## Projetos de Hidrogênio

O desenvolvimento de projetos para a produção do hidrogênio é crescente e acelerado, de forma que é possível observar, cada vez mais, a busca das empresas para se posicionarem estrategicamente nesta área. Um dos mecanismos que mais tem sido utilizado é a assinatura de memorando de entendimento (MoU) entre os setores público e privado, cujo objetivo é declarar o interesse de cooperação e desenvolvimento da cadeia de valor do hidrogênio. Ao mesmo tempo, cresce o número de projetos efetivos, capazes de demonstrar e desenvolver, de maneira prática, a economia do hidrogênio. Apesar de todos os continentes estarem se comprometendo com o desenvolvimento deste vetor energético, é notável que a maior parte dos projetos é realizada no continente europeu, como demonstra o Figura 7.

Figura 7 - Distribuição de projetos identificados em agosto de 2021 por continentes e países



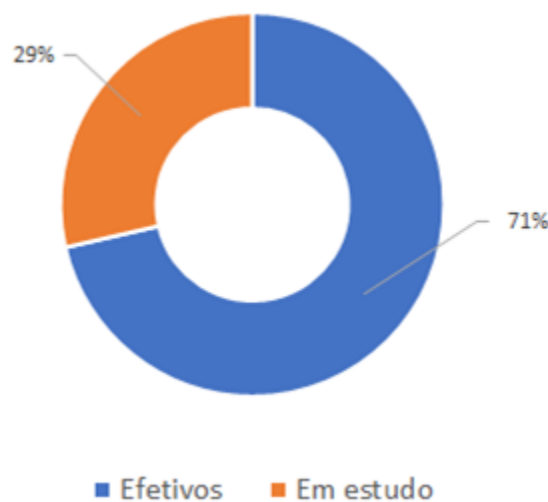
Fonte: Elaboração própria.

Além dos países da Europa, merecem destaque os Estados Unidos, um dos países líderes em hidrogênio, que vem desenvolvendo, há tempos, diversos projetos nesta área. Em agosto de 2021, foram identificados quatro novos projetos de hidrogênio no país e cada um deles produz H<sub>2</sub> com uma classificação de cor diferente.

Ademais, o Brasil também merece ser destacado, pois está firmando diversos memorandos de entendimento e projetos efetivos para o desenvolvimento da cadeia de valor do H<sub>2</sub>, especialmente do hidrogênio verde. No mês de agosto de 2021, foi identificado um novo projeto.

Por ser uma economia emergente, muitos projetos limitam-se apenas a memorandos de entendimento ou estudos preliminares, mas há também aqueles que já possuem um desenvolvimento concreto. A Figura 8 apresenta a distribuição percentual de projetos em estudo ou efetivos.

Figura 8 - Classificação dos projetos identificados pelo status de desenvolvimento

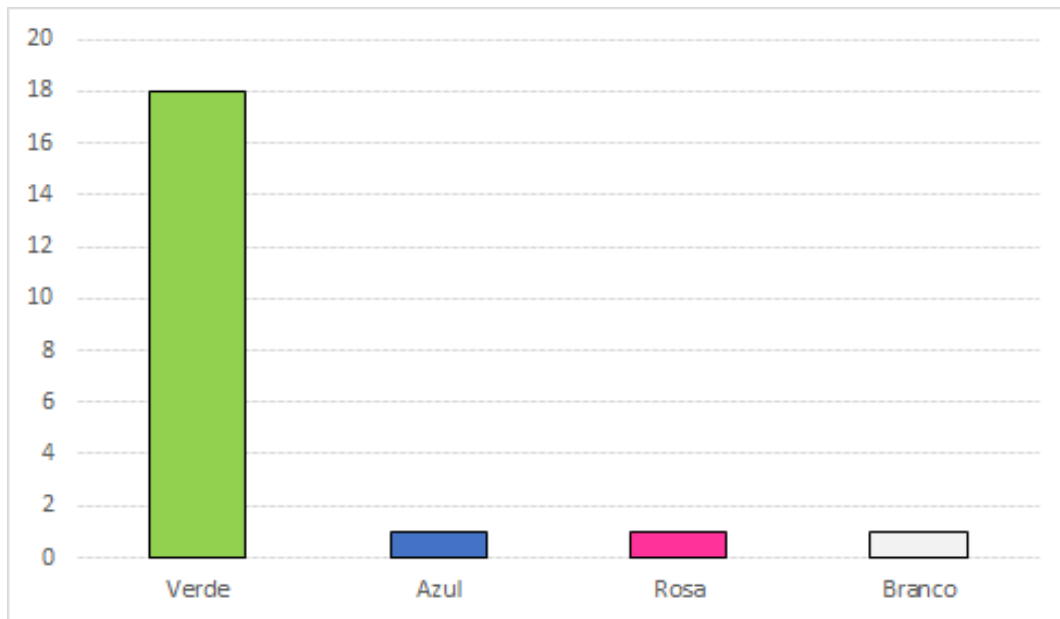


Fonte: Elaboração própria.

No referente mês de análise (Agosto), 21 projetos foram identificados, sendo 15 já em fase de efetivação e o restante ainda em fase de estudo. Ademais, dos projetos efetivos, vale ressaltar que todos eles são projetos pilotos, o que também se verifica nos projetos na fase de estudo. Também foi possível identificar a predominância de projetos de hidrogênio verde nas duas fases.

Apesar da quantidade razoável de novos projetos de H<sub>2</sub> identificados no mês de agosto, é importante destacar que a maioria é de hidrogênio verde. Do total, 18 projetos têm como intuito produzir o H<sub>2</sub> de forma renovável. Ademais, os outros três projetos restantes variam o tipo de tecnologia e a cor do hidrogênio relacionada, assim como mostra o Figura 9.

Figura 9 – Classificação da cor do hidrogênio dos projetos identificados



Fonte: Elaboração própria.

Consoante aos projetos de hidrogênio verde, é relevante a informação quanto à origem da energia. A fonte da energia é bastante variada, contendo, nestes projetos, geração hidrelétrica, solar e eólica, com ênfase principalmente nas duas últimas. Além disso, ao retratar a energia eólica, alguns projetos estão investindo em usinas *off-shore*, as quais, apesar do maior custo, são uma alternativa para países que já esgotaram todo o potencial desta fonte *on-shore*.

Por fim, no que tange a outros projetos, foi identificada a produção de hidrogênio azul, rosa e branco. No primeiro, o gás natural (CH<sub>4</sub>) é submetido ao processo de reforma a vapor com, a posterior captura e armazenamento de carbono (CCS). A segunda classificação (rosa) é aquela que utiliza a energia nuclear para a produção do H<sub>2</sub>. Por último, a classificação branca é aquela em que o H<sub>2</sub> é produzido a partir de rejeitos plásticos ou de biomassa, utilizando a tecnologia da reforma a vapor.

# Projetos em Destaque

## Reino Unido

### Trafford Green Hydrogen

**Uso final:** Transporte e aquecimento

A empresa Carlton Power está desenvolvendo, no Reino Unido, uma série de esquemas de *Green Hydrogen*, com planos de mais de 10 projetos a serem implementados nos próximos cinco anos.

O *Trafford Green Hydrogen* é o primeiro projeto desta série, apresentando planos para um centro comercial de hidrogênio de 200 MW em Manchester. Seu objetivo é produzir combustível de hidrogênio verde a partir de energia renovável, com a finalidade de descarbonizar os setores de transporte e aquecimento, fornecendo às empresas na região de Manchester acesso fácil ao combustível de baixo carbono.

Sujeito ao resultado do processo de planejamento e financiamento, a construção do *hub* de hidrogênio no parque de energia de carbono zero de Trafford começará no início do próximo ano e entrará em operação comercial em 2023. Espera-se que o hidrogênio desempenhe um papel importante na redução das emissões de CO<sub>2</sub> do Reino Unido, ajudando-o na jornada em direção ao zero líquido.

Para saber mais detalhes sobre o projeto, acesse: [Trafford Green Hydrogen](#)

# Projetos em Destaque

## Califórnia (EUA)

### Raven SR: Waste into Hydrogen

**Uso final: Combustível de baixo carbono**

A Raven SR contratou a Power Engineers e a Stellar J Corporation para projetarem instalações de usinas de conversão de resíduos em hidrogênio, que serão construídas na área da Baía de São Francisco, nos Estados Unidos. As usinas transformarão misturas de resíduos orgânicos desviados dos aterros em combustível renovável e, graças à sua tecnologia de não combustão, o processo não produzirá poluentes tóxicos ou partículas.

Dentre os projetos, destaca-se o anunciado pela Republic Services, que consiste em um acordo com a Raven SR para processar, a partir de meados de 2022, mais de 99,9 toneladas de lixo orgânico por dia no aterro sanitário de Richmond, na Califórnia. Este processo será capaz de produzir até 2.000 toneladas ao ano de hidrogênio verde.

Após o ganho de escala, cada *hub* converterá 200 toneladas de resíduos de aterro e produzirá até 10 toneladas de hidrogênio renovável por dia. Em termos de destinação, o hidrogênio será utilizado em veículos, de modo a descarbonizar este setor de difícil redução de emissões. Neste sentido, a perspectiva é de atender cerca de 200 caminhões pesados ou 1.250 veículos de passageiros por dia.

Para saber mais detalhes sobre o projeto, acesse: [Raven SR - Waste to Hydrogen](#)

# Uso Final do Hidrogênio

O hidrogênio é um vetor energético essencial à promoção da descarbonização da economia, notadamente em segmentos de difícil redução de emissões, como os setores industriais e de transportes. Segundo dados da IEA (2020), cada um desses setores é responsável por cerca de 23% das emissões de CO<sub>2</sub> a nível mundial, ficando atrás apenas do setor de eletricidade, responsável por 40% das emissões. Desta forma, para que as metas firmadas no Acordo de Paris sejam cumpridas, faz-se necessária a utilização ampla do hidrogênio no setor energético e, especialmente, nessas esferas.

No mês de agosto, foram identificados alguns desenvolvimentos notórios no que diz respeito às aplicações de hidrogênio, com destaque para os projetos apresentados anteriormente e outras aplicações nos setores de transporte e industriais.

## Setor Industrial

### Oriente Médio e Norte da África

#### Produção de aço verde

##### Uso final: Uso de H<sub>2</sub> no Processo de Produção de Aço

De acordo com relatório publicado pela IEA, os setores de aço e ferro atualmente são responsáveis por cerca de 8% da demanda total por energia no mundo e por 7% das emissões de dióxido de carbono do setor energético. Tal perspectiva implica na grande dificuldade de descarbonizar o segmento, por ser tradicionalmente um grande emissor de carbono, se tornando um dos mercados mais estratégicos no quesito de sustentabilidade, uma vez que sua descarbonização reduziria uma grande quantidade global de compostos de carbono.

Dentro dessa realidade, a Emirate Steel e a Abu Dhabi National Energy Company PJSC firmaram uma parceria para desenvolver um projeto de hidrogênio verde que será utilizado para a produção de aço verde nas regiões do Oriente Médio e do Norte da África. A aplicação do hidrogênio na produção de aço, além de reduzir as emissões associadas ao processo, também irá economizar energia.



Recentemente, as empresas também anunciaram o desenvolvimento de uma fábrica de amônia verde em escala industrial e instalação de exportação. A nova usina será alimentada por hidrogênio verde produzido a partir da energia gerada por uma usina solar fotovoltaica de 2 GW.

Para mais informações desses projetos e das perspectivas tecnológicas para o setor de ferro e aço, acesse:

- [Emirates Steel](#)
- [IEA - Iron and Steel Technology Roadmap](#)

## Setor Industrial

### Brasil

#### Unigel anuncia construção de fábrica de amônia verde

##### Uso final: Uso de H2 no Processo de Produção de Amônia

O Brasil é um país que notoriamente possui uma matriz energética com alta porcentagem de fontes renováveis e, neste sentido, está cada vez mais inserido no contexto da transição energética e da sustentabilidade, possuindo um grande potencial na indústria de hidrogênio. Deste modo, o hidrogênio verde, gerado a partir da eletrólise com eletricidade fornecida por fontes renováveis, é uma crescente aposta no território nacional, devido ao alto potencial solar e eólico de diversas regiões do país.

Neste contexto, encontra-se a Unigel, uma das maiores empresas petroquímicas do país. Durante a cerimônia de inauguração de uma unidade de fertilizantes nitrogenados, Henry Slezzynger, fundador da companhia, ressaltou o compromisso da empresa com o meio ambiente, através das melhores práticas de sustentabilidade no controle rigoroso de tratamento de efluentes e da busca de energias renováveis. Além disso, aproveitou para anunciar a construção de uma nova fábrica de amônia verde, com previsão para o início de produção até o final de 2022.

É fundamental enfatizar que o mercado de amônia já é desenvolvido em todo o mundo, emitindo compostos de carbono quando produzida a partir de fontes não limpas. O fato do hidrogênio estar auxiliando na descarbonização dessa cadeia de valor já dá indícios de todo o seu potencial no futuro.

Para mais informações sobre essa notícia, acesse: [UNIGEL - Amônia Verde](#)

---

# Considerações

Apesar das enormes barreiras para a sua utilização ampla, sabe-se que a economia do hidrogênio está em desenvolvimento exponencial e conta com motivações nobres, que remontam, como nunca antes na história, aos objetivos do desenvolvimento sustentável.

Pelos destaques da cadeia de valor identificados no mês de agosto, observa-se a estreita relação entre o setor de produção e o de uso do hidrogênio, tendo em vista que um depende do outro para se sustentar e, assim, promover o desenvolvimento de ambos, especialmente nesta fase emergente. Neste sentido, os projetos deixam claro os esforços que têm sido feitos para viabilizar o uso em grande escala do hidrogênio, especialmente na indústria.

Com este panorama, salienta-se o papel das políticas públicas de incentivo no estímulo à economia do hidrogênio, consideradas essenciais para a redução de barreiras técnicas, econômicas e socioambientais. Diante disso, a próxima seção apresentará o que foi lançado, neste último mês, no que concerne às políticas públicas e financiamentos.

# Políticas Públicas e Financiamentos

A economia de hidrogênio está em estágio inicial de desenvolvimento e, assim, seu sucesso dependerá da ação conjunta entre as iniciativas pública e privada. O setor privado é responsável, principalmente, pelo desenvolvimento tecnológico e sua respectiva produção e implementação. Já com relação ao papel do poder público, este atua como um agente catalisador do mercado, garantindo incentivos adequados e reduzindo, assim, incertezas de caráter técnico, econômico e socioambiental (VIEIRA *et al.*, 2021). Apesar dessa interação e do reconhecimento do hidrogênio como um vetor energético fundamental para a descarbonização, atualmente, os seguintes fatores são identificados como as principais barreiras para o desenvolvimento da economia do H<sub>2</sub>.

- (i) Aspectos normativos e regulatórios;
- (ii) Alto custo de investimento;
- (iii) Incertezas tecnológicas; e
- (iv) Infraestruturas incipientes em toda cadeia de valor.

Diante disso, políticas públicas de incentivo são essenciais para viabilizar o desenvolvimento da economia do hidrogênio.

## Políticas Públicas

### Índia

#### Missão Nacional de Hidrogênio

##### Governo anuncia plano para acelerar o desenvolvimento do combustível

O Primeiro-ministro indiano, Narendra Modi, anunciou formalmente o lançamento da Missão Nacional de Hidrogênio, com a finalidade de acelerar os planos de gerar combustível livre de carbono a partir de fontes renováveis, ao definir uma meta para a Índia alcançar a autossuficiência energética, uma vez que o país depende de importações para atender a 85% das suas necessidades de petróleo. O Primeiro-ministro afirmou que “o hidrogênio verde dará à Índia um salto quântico na conquista de suas metas”. Nota-se que a Índia é uma nação pobre em infraestrutura e pouco segura em abastecimento energético, além de ter uma população de quase 1,4 bilhão de habitantes e uma economia que cresce mais de 5% há mais de 10 anos, segundo o Banco Mundial. Portanto, verifica-se que o desenvolvimento de fontes alternativas, como o hidrogênio, é fundamental para o abastecimento do país.

Para mais informações, acesse: [Índia - Missão Nacional de Hidrogênio](#)

Ainda sobre as particularidades da Índia, vale ressaltar que, segundo a IEA, 44% da demanda de energia primária do país é proveniente do carvão, fonte altamente poluidora. Portanto, é crucial que sejam desenvolvidas políticas de descarbonização da matriz por outras tecnologias.

Para acessar o estudo sobre a Índia realizado pela IEA, acesse: [India Energy Outlook 2021](#)

## Financiamentos

Em 2020, a China foi a maior consumidora de energia primária do mundo, totalizando 145,46 exajoules de uso, seguida pelos Estados Unidos, com 87,79 exajoules ([STATISTA, 2021](#)). Tendo isso em vista, é de extrema importância observarmos os passos políticos e de financiamento dos chineses.

### China

#### Escritório Municipal de Economia e Tecnologia da Informação de Pequim

[País visa criar cadeia de US \\$ 15 bilhões de hidrogênio em Pequim](#)

O Escritório Municipal de Economia e Tecnologia da Informação de Pequim divulgou um roteiro para os próximos cinco anos visando uma cadeia de valor de hidrogênio de 1 bilhão de yuans (US\$ 15 bilhões), até 2025. Dentro do plano de cinco anos, o escritório revelou vários aspectos-chave da cadeia de valor do hidrogênio que devem ser desenvolvidos em Pequim para aprimorar suas capacidades. Com o objetivo de aumentar o desenvolvimento do hidrogênio na capital chinesa, também foram identificadas oportunidades de mostrar suas capacidades de H<sub>2</sub> para o mundo. Ao elevar a produção de hidrogênio, Pequim também será capaz de aumentar rapidamente o desenvolvimento de estações de reabastecimento de H<sub>2</sub>, permitindo a descarbonização do transporte rodoviário.

Por isso, a capital chinesa pretende concluir 37 postos de reabastecimento adicionais para melhorar a transição para combustíveis limpos nas estradas. A produção de hidrogênio deve chegar a 135 toneladas por dia em 2025, o que deve levar a uma escassez de consumo de H<sub>2</sub>. Para combater esta estimativa, o governo buscará exportar o excesso de hidrogênio para criar uma cadeia de valor.

# Considerações Finais

---

O acompanhamento sistemático do desenvolvimento da economia do hidrogênio por meio do Informativo Setorial de Hidrogênio ([IFE H2 - GESEL](#)) demonstrou a necessidade de avaliações analíticas periódicas, capazes de identificar diretrizes desta economia, notadamente a partir de iniciativas concretas de políticas públicas, projetos, inovações, dentre outras questões relacionadas.

Assim, de forma conclusiva, este relatório mensal pode identificar, através da análise dos documentos e do desenvolvimento da economia do hidrogênio, quais as perspectivas futuras para a América Latina e, em especial, para o Brasil, que está elaborando sua estratégia nacional do H<sub>2</sub>. No que diz respeito aos projetos, percebeu-se que, além da Austrália e da Alemanha, os EUA se destacam no anúncio de novas iniciativas.

Tratando especificamente do uso final do H<sub>2</sub>, pode-se verificar que o setor industrial apresentou maior relevância, com destaque para as indústrias de aço e de amônia, que são consideradas pelo estudo da IEA como usos finais que aumentarão o consumo de hidrogênio renovável, em um cenário futuro.



**GESEL**

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

# Observatório de Hidrogênio



@geselufrj