



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Observatório de Hidrogênio

Nº 04

Dezembro
2021



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Observatório de Hidrogênio N° 4

Organizadores

Nivalde de Castro

Sayonara Elizário

Luiza Masseno

Bianca Castro

Equipe de Pesquisa

Allyson Thomas

José Vinicius Freitas

Kalyne Brito

Luana Bezerra

Vinicius Botelho

Dezembro

2021

Sumário

Introdução.....	4
1. Cenário Brasileiro.....	5
2. Cenário Internacional.....	9
2.1 Conferência das Partes 26 – COP 26	10
2.2 Hydrogen Council	13
2.3 A Economia de Hidrogênio no Mundo	18
2.3.1 Projetos de Hidrogênio	18
2.3.2 Políticas Públicas e Financiamentos.....	23
2.3.3 Armazenamento e Transporte	25
2.3.4 Produção Científica	26
3. Considerações Finais.....	29

Introdução

O hidrogênio (H₂) tem sido reconhecido como um importante vetor energético capaz de promover uma profunda descarbonização da economia mundial, especialmente em setores de difícil redução de emissões, como o industrial e o de transportes. Nesse 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 H₂, diversos países estão estimulando o desenvolvimento da economia do hidrogênio, como pode-se observar pelo crescente anúncio de políticas públicas e projetos demonstrativos em toda cadeia de valor do hidrogênio.

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, apresentado no [Informativo Setorial de Hidrogênio do GESEL](#), atentando para as principais políticas públicas, diretrizes, projetos, inovações tecnológicas e regulatórias de toda cadeia de valor do hidrogênio.

Destaca-se que este Observatório de Hidrogênio apresenta uma série de pontos importantes do mês de dezembro, como o documento Hydrogen Council (McKinsey & Company), bem como uma análise da COP 26 para a cadeia de valor internacional do hidrogênio.

Cenário Brasileiro

As potencialidades do Brasil conjecturam um posicionamento importante no mercado de hidrogênio verde (H2V) no futuro, de forma que iniciativas para promover a estruturação da economia de hidrogênio no Brasil têm se intensificado. Enquanto se aguarda a publicação do Programa Nacional de Hidrogênio, é perceptível o avanço no que se diz respeito à aceitação pública, estimulada por meio da conscientização da população através de eventos, presenciais e online, e dos artigos, científicos e opinião. Estas ações têm buscado apresentar a relevância, as potencialidades e os desafios da estruturação desta indústria nascente. Somado a essas atividades, o anúncio de acordos de interesse e desenvolvimento, bem como o lançamento de um centro de pesquisa de hidrogênio merecem ser destacados.

Porto de Pecém e White Martins firmam Memorando de Entendimento

O acordo feito entre a White Martins, empresa do setor de transporte e distribuição de gases, e o Porto de Pecém é um passo importante para o estabelecimento dos elos de transporte e distribuição de hidrogênio, essenciais à viabilização dos usos finais. Além disso, cabe destacar que a White Martins pretende atuar, também, na produção do hidrogênio, podendo contribuir, assim, com a formação de consórcios movidos pelos mesmos objetivos.

Cenário Brasileiro

Centro de produção e pesquisa de hidrogênio verde UNIFEI / GIZ

A Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) recebeu a informação de que foi selecionada pela GIZ (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), a Agência Alemã de Cooperação Internacional, para receber a destinação de um recurso de € 5 milhões para a construção do Centro de Produção e Pesquisas em Hidrogênio Verde (CPPHV).

O CPPHV será capaz de prover a infraestrutura necessária ao desenvolvimento de pesquisas e inovações para indústrias à incubação de empresas para atuação na cadeia de valor do H2V. A unidade contará uma planta de 1 MW de potência instalada, que será alimentada exclusivamente por energia elétrica oriunda de fontes renováveis, seja através dos painéis solares que deverão ser instalados junto ao CPPHV, seja pelo fornecimento de energia 100% renovável por parte da CEMIG. Além do módulo de produção de hidrogênio, salienta-se que o Centro contará com sistemas de armazenamento, células a combustível, dentre outros equipamento.

Com a previsão de conclusão da instalação para o final de 2023, a UNIFEI já está firmando memorandos de entendimento com diversos atores, notadamente offtakers, como a FIAT Stellantis, que tem interesse no aço verde, e a Prefeitura de Itajubá, para utilização do H2V na frota de ônibus escolares da cidade.

Cenário Brasileiro

GESEL na mídia

Projetos piloto e o processo de inserção do hidrogênio na economia: Uma análise da parceria Austrália- Japão

Artigo publicado na Agência Canal Energia

Em artigo publicado pela Agência CanalEnergia, Nivalde de Castro, Professor do Instituto de Economia da UFRJ e Coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), Ana Carolina Chaves (pesquisadora do GESEL), Vinicius Botelho, Kalyne Brito e Allyson Thomas (pesquisadores júnior do GESEL), analisam como a experiência com projetos-piloto pode contribuir para o desenvolvimento da economia do hidrogênio. Segundo os autores, o desenvolvimento de projetos-piloto é uma das estratégias mais utilizadas para a promoção de uma cadeia produtiva de hidrogênio, uma vez que colaboram para o teste de novas tecnologias e modelos de negócio, bem como para o amadurecimento de questões normativas e regulatórias. Tendo em vista que as relações comerciais e econômicas entre a Austrália e o Japão são bem consolidadas, os autores realizaram um estudo de caso com o projeto-piloto desenvolvido entres os dois países, a Hydrogen Energy Supply Chain (HESC), visando identificar suas contribuições para a promoção da cadeia de suprimentos de hidrogênio.

Para ler o artigo na íntegra, clique [aqui](#).

Faz sentido pensar em etanol como fonte sustentável de hidrogênio verde – H2V?

Artigo publicado no Site do GESEL

Em artigo publicado no site do GESEL, Antônio Camargo avalia a viabilidade do uso do etanol como fonte sustentável para a produção de H2V, comparando a eficiência de duas rotas de produção, a eletrólise da água utilizando energia solar e a reforma catalítica do vapor de etanol. Segundo o autor, por serem dois processos distintos, mas ambos operando a partir da mesma fonte de energia primária, eles apresentam resultados muito diferentes na hora de produzir hidrogênio. Neste sentido, salienta que *“do ponto de vista do uso da terra, usar solar fotovoltaica ao invés de etanol para a produção de H2 verde reduz o impacto ambiental em termos de mudança do uso do solo em mais de 52x”*.

Para ler o artigo na íntegra, clique [aqui](#).

Cenário Internacional

O mundo passa por um processo de transformação dos padrões de produção e consumo em que o principal driver é a descarbonização. Isso se deve ao 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 transporte 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. O hidrogênio é um elemento capaz de promover um acoplamento setorial, podendo, 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 à perspectiva de enorme demanda de hidrogênio de baixo carbono e da falta de potencial para produção deste elemento, emerge o desenvolvimento da economia do hidrogênio.

O desenvolvimento desta economia faz com que surja países produtores e exportadores de hidrogênio, bem como aqueles que, por necessidade, desejam importar o H₂. Destaca-se que esse 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.

Conferência das Partes 26 - COP 26

União de forças para aceleração da economia do hidrogênio verde e de baixo carbono

Durante a COP 26, foi exposta, novamente, a necessidade de se promover uma transição energética mais acelerada, substituindo os combustíveis fósseis por alternativas sustentáveis, como o hidrogênio, a eletrificação de setores, dentre outras soluções. Consoante à esta preocupação climática, países, empresas e agências de energia avançaram em compromissos e cooperações para viabilizar a estruturação e o ganho de escala da economia do hidrogênio.

COP 26 - Breakthrough Agenda

Uma proposta de cooperação internacional para o desenvolvimento da economia do hidrogênio

No evento, mais de 41 países e a União Europeia firmaram um compromisso de cooperação, denominado *Breakthrough Agenda*, para acelerar o desenvolvimento e a implantação de tecnologias limpas e soluções sustentáveis para que se atinjam as metas traçadas no Acordo de Paris. A agenda possui quatro pilares centrais, com horizonte de ação até 2030:

- i. Energia;
- ii. Transporte Rodoviário;
- iii. Indústria de Aço; e
- iv. Hidrogênio.

Tratando especificamente do tópico “hidrogênio”, a métrica de sucesso para 2030 é a disponibilidade de hidrogênio verde e de baixo carbono a preços acessíveis. Para realizar o acompanhamento do setor, a *International Energy Agency* (IEA), a *International Renewable Energy Agency* (IRENA), dentre outras instituições, irão cooperar na produção de relatórios sobre as seguintes frentes:

Conferência das Partes 26 - COP 26

continuação

- Custo de produção e fornecimento do hidrogênio verde e de baixo carbono;
- Volume de produção global do H2V e de hidrogênio de baixo carbono;
- Redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em toda a cadeia de valor na qual o hidrogênio estiver sendo implementado; e
- Investimentos em pesquisa, desenvolvimento, demonstração e implantação de tecnologias renováveis e de hidrogênio verde ou de baixo carbono.

Para mais informações, acesse: [Statement on the Breakthrough Agenda](#).

COP 26 - *Enabling Measures Roadmaps for Green Hydrogen*

IRENA e FMI apresentam novos roteiros para apoiar formuladores de políticas

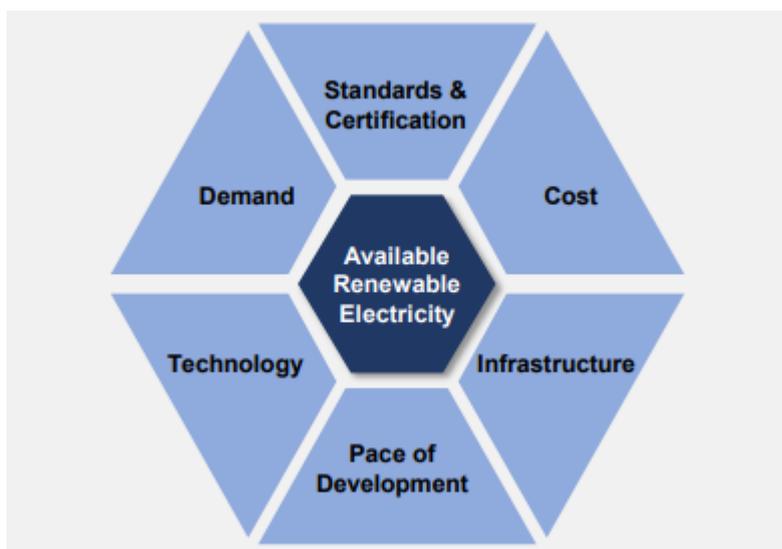
De acordo com a IRENA, a rápida absorção do hidrogênio verde é essencial para setores de difícil redução de emissões em que a intensidade energética é alta, como aviação, transporte marítimo internacional e indústria pesada. De maneira geral, os roteiros mostram as medidas que precisam ser implementadas para impulsionar a economia do hidrogênio verde em todo o mundo, mas o objetivo central é transformar o diálogo em ações políticas concretas para acelerar a transição e a utilização do hidrogênio em mercados existentes e em novos mercados ([IRENA, 2021a](#)).

Lançado oficialmente no evento *Global Climate Action Energy Day*, na COP 26, os primeiros roteiros para a Europa e o Japão foram desenvolvidos por meio de uma série de consultas com os principais participantes da indústria e de organizações internacionais. Os roteiros mostram as dez principais medidas e os cronogramas críticos para a sua implementação, em áreas como redução de custos, crescimento da demanda, padrões internacionais, infraestrutura e desenvolvimento de tecnologia. A Figura 1 apresenta as principais barreiras identificadas na construção do *Roadmap*.

Conferência das Partes 26 - COP 26

continuação

Figura 1 - Barreiras identificadas na construção dos roteiros



Fonte: [IRENA \(2021b\)](#).

Destaca-se que, no roteiro, cada uma dessas barreiras foi detalhada, de forma que foram identificados os objetivos principais e as métricas de acompanhamento.

Para acessar o roteiro feito para Europa e Japão, clique:

[Enabling Measures Roadmap for Green Hydrogen](#)

Hydrogen Council

Hydrogen for Net Zero

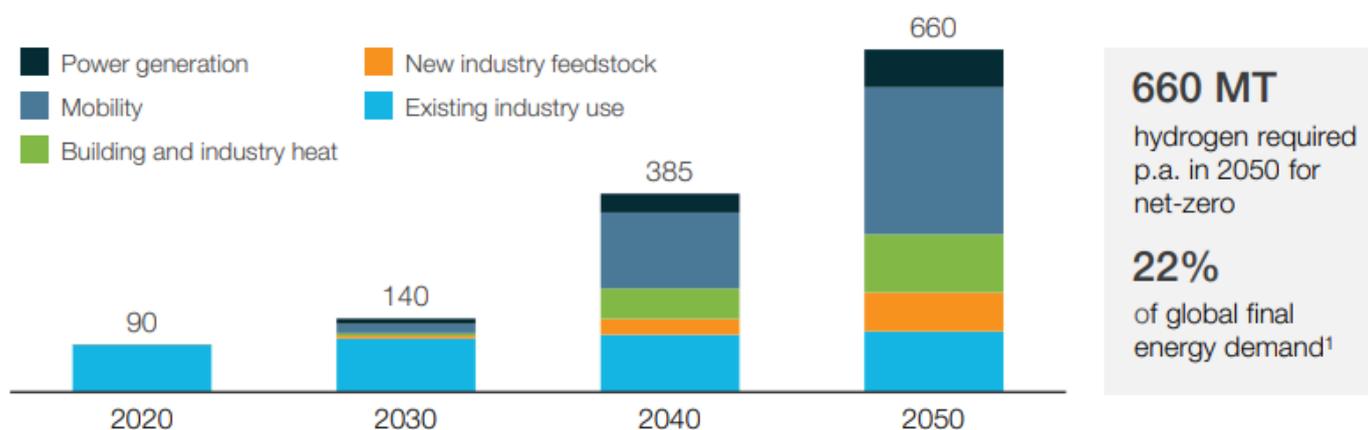
A critical cost-competitive energy vector

A utilização transversal do hidrogênio verde pode reduzir 80 Gton. de CO₂ até 2050, contribuindo com 20% da redução necessária para o cumprimento das metas climáticas. Para isto, estima-se a necessidade de 660 Mton. de hidrogênio verde ou de baixo carbono, o que equivalerá a 22% da demanda global de energia em 2050. Para produzir essa quantidade de hidrogênio, considerando a rota de eletrólise alimentada por energias renováveis, serão necessários de 3 a 4 TW de capacidade em eletrolisadores e de 4,5 a 6,5 TW de capacidade de geração de energia renovável, o que representará cerca de 20% da demanda de eletricidade necessária para o atingimento das metas traçadas no cenário *Net Zero*, estimada em 28 TW.

Para 2030, a meta de produção de hidrogênio verde e de baixo carbono é da ordem de 75 ton., de modo que seria possível substituir o hidrogênio cinza de mercados existentes (amônia, metanol e refino) e inserir o hidrogênio limpo no transporte terrestre pesado e na indústria de aço. Atingindo esta meta, estima-se que o uso de hidrogênio limpo reduziria a emissão de até 730 Mton. de CO₂ por ano, o que corresponde a mais do que as emissões anuais de CO₂ do Reino Unido em 2019.

No que tange à demanda de hidrogênio, a Figura 2 apresenta a evolução do seu mercado de 2020 a 2050.

Figura 2 - Evolução da produção e da demanda de hidrogênio por uso final



Fonte: [Hydrogen Council \(2021a\)](#).

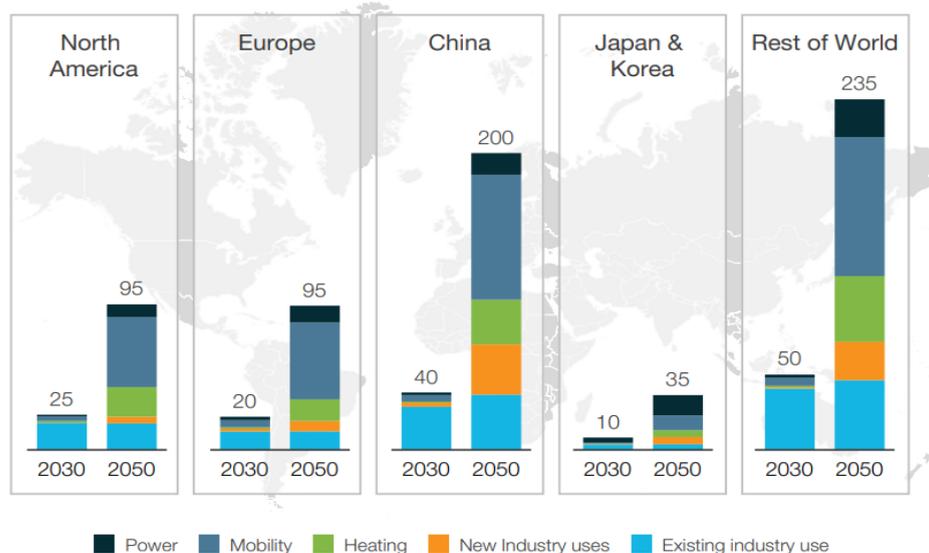
Hydrogen Council

Hydrogen for Net Zero

A critical cost-competitive energy vector (continuação)

Na Figura 2, é perceptível que, na primeira década, a utilização do hidrogênio ocorrerá, majoritariamente, pelos usos existentes. Em 2040, com a evolução e o ganho de maturidade de tecnologias necessárias para novos usos, observa-se um crescimento do seu emprego nos setores de mobilidade, aquecimento, novas matérias primas e geração de energia. Já em 2050, o setor de mobilidade será responsável pelo maior mercado, seguido pelo aquecimento e pelos usos existentes, que permanecem praticamente constantes. Salienta-se que, em 2050, os principais demandantes serão a China, seguida pela Europa e pelos Estados Unidos, correspondendo a, aproximadamente, 60% da demanda global. Neste sentido, a Figura 3 ilustra como ocorrerá a demanda nos principais países, pelo total e estratificado pelos usos finais.

Figura 3 - Demanda de hidrogênio nos principais países e no resto do mundo



Fonte: [Hydrogen Council \(2021a\)](#).

Os cenários são positivos, mas, para atingir as conjecturas vislumbradas, novos investimentos deverão ser realizados e aqueles propostos precisam ser concretizados ainda nesta década. Atualmente, mais de 520 projetos foram anunciados, sendo que 70% possuem data de comissionamento até 2030. Até o momento, porém, é perceptível que a quantidade de projetos efetivos é menor do que a soma daqueles classificados em fase preliminar e estágio de planejamento, como mostra a Figura 4.

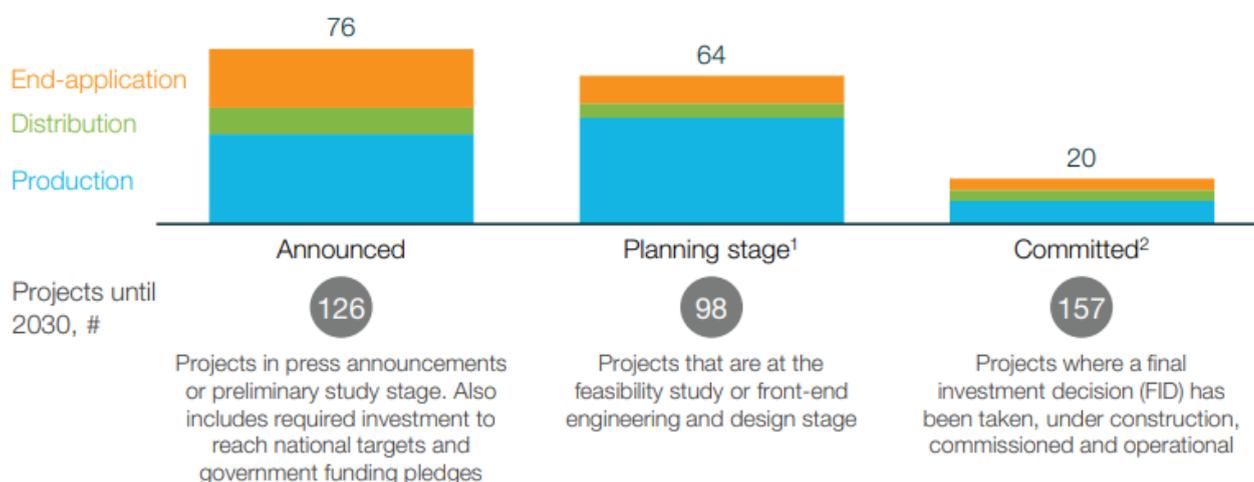
Hydrogen Council

Hydrogen for Net Zero

A critical cost-competitive energy vector (continuação)

Figura 4 - Distribuição de projetos de hidrogênio de acordo com o estágio de desenvolvimento

Direct hydrogen investments until 2030,
USD billion



1. Feasibility study or at engineering study stage

2. Final investment decision has been made, already under construction or operational

Fonte: [Hydrogen Council \(2021a\)](#).

Apesar da grande quantidade de projetos “apenas anunciados”, a estruturação da economia do hidrogênio acelerou no último ano com estudos de planejamento e projetos já efetivos. Verifica-se na Figura 4 que, considerando apenas os projetos efetivos com previsão de comissionamento até 2030, cerca de US\$ 20 bilhões em investimentos serão realizados, o que representa um crescimento de pouco mais de 100% em relação a 2020.

É interessante observar que, apesar da menor quantidade de projetos classificados como “anunciados”, quando comparado aos efetivos, os investimentos previstos são três vezes maiores para esta classificação. Por um lado, isto demonstra perspectivas positivas para a economia de hidrogênio e, por outro, continua sendo apenas uma declaração de interesses, que precisa avançar para a aceleração da escalabilidade desta economia.

Hydrogen Council

Hydrogen for Net Zero

A critical cost-competitive energy vector (continuação)

De forma complementar ao relatório [Hydrogen for Net Zero](#), o relatório [Policy Toolbox for Low Carbon and Renewable Hydrogen](#) apresenta uma visão sobre as políticas necessárias para viabilizar a economia do hidrogênio. Como visto na Figura 4, apesar da aceleração no anúncio de projetos, a maioria ainda é classificada como não efetivos e ainda existe uma lacuna significativa para alcançar as ambições de mitigação das mudanças climáticas globais.

O potencial necessário de hidrogênio requer investimento direto de cerca de US\$ 700 bilhões até 2030, ou seja, com US\$ 160 bilhões anunciados, há uma lacuna de US\$ 540 bilhões que precisa ser preenchida nos próximos anos para que o objetivo seja cumprido.

Para mais detalhes sobre os relatórios:

- [Policy Toolbox for Low Carbon and](#)
- [Hydrogen for Net Zero](#)

A Economia de Hidrogênio no Mundo

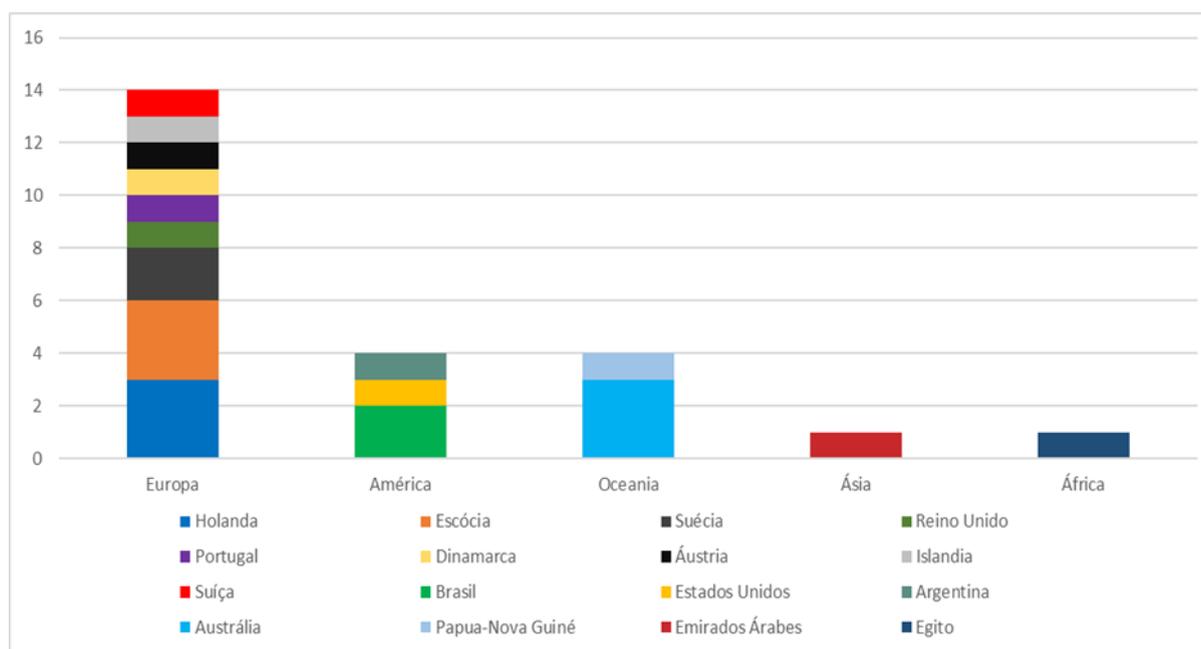
Projetos de Hidrogênio

O desenvolvimento do mercado de hidrogênio é de suma importância para o contexto atual da transição energética, visto o seu potencial como um agente de descarbonização da matriz energética. Portanto, para que haja a construção da infraestrutura e, conseqüentemente, do mercado do gás, faz-se necessário o desenvolvimento de projetos capazes de promover as inovações em toda cadeia produtiva, desde a produção do hidrogênio até os seus usos finais.

Pela análise, constata-se que o mercado de hidrogênio está cada vez mais próximo de se tornar uma realidade a nível mundial. Isto é possível afirmar pelo fato de que diversos projetos de produção de hidrogênio estão sendo desenvolvidos, sejam em estudo ou já em efetivação. Dentre estes projetos, alguns de seus intuitos são verificados: demonstração da produção atrelada a análises de eficácia técnica e econômica do gás; desenvolvimento de pesquisas em todos os elos da cadeia de valor; desenvolvimento da infraestrutura do hidrogênio na região local; descarbonização de processos industriais; e otimização dos processos industriais.

Contudo, apesar de todos os continentes estarem se comprometendo com o desenvolvimento do hidrogênio, é notável que a maior parte dos projetos está sendo realizada na Europa. Outrossim, também é possível analisar que a África e a Ásia são os continentes que menos desenvolvem projetos de hidrogênio, como demonstra a Figura 5.

Figura 5 - Distribuição de projetos identificados em novembro de 2021 por continentes e países



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Economia de Hidrogênio no Mundo

Projetos de Hidrogênio

O continente europeu merece ser destacado, já que apresentou 14 projetos em novembro, representando 58% das iniciativas identificadas no mês.

Um outro mérito que merece ser destacado à Europa é o fato de que diversos países do continente não apresentam potencial para a produção de hidrogênio por meios sustentáveis - hidrogênio verde e musgo -, tendo em vista a indisponibilidade de recursos naturais. Entretanto, a Europa vem sendo, há algum tempo, o continente que mais desenvolve projetos de hidrogênio limpo.

Tratando especificamente da Holanda, que é banhada pelo Mar do Norte, três novos projetos de produção de hidrogênio verde foram identificados, o que demonstra o comprometimento do país com a descarbonização e a transição energética. Ademais, também vale destacar que os projetos são efetivos.

A América é o segundo continente com maior números de projetos identificados no mês de referência, apresentando quatro novos projetos, um percentual de, aproximadamente, 16% ao comparar com todo o mundo. Destes projetos, três são para a produção de hidrogênio verde e um para produção do hidrogênio musgo, obtido a partir da gaseificação da biomassa, que também é considerado limpo.

Ao analisar especificamente os países presentes no continente americano, o Brasil merece destaque, uma vez que anunciou dois dos quatro projetos identificados no mês, sendo o maior da América e o quarto maior do mundo, em conjunto com a Suécia. Nota-se que, no Brasil, os projetos anunciados são para a produção do H₂V, corroborando com a maior potencialidade do país: a rota de eletrólise alimentada por energias renováveis.

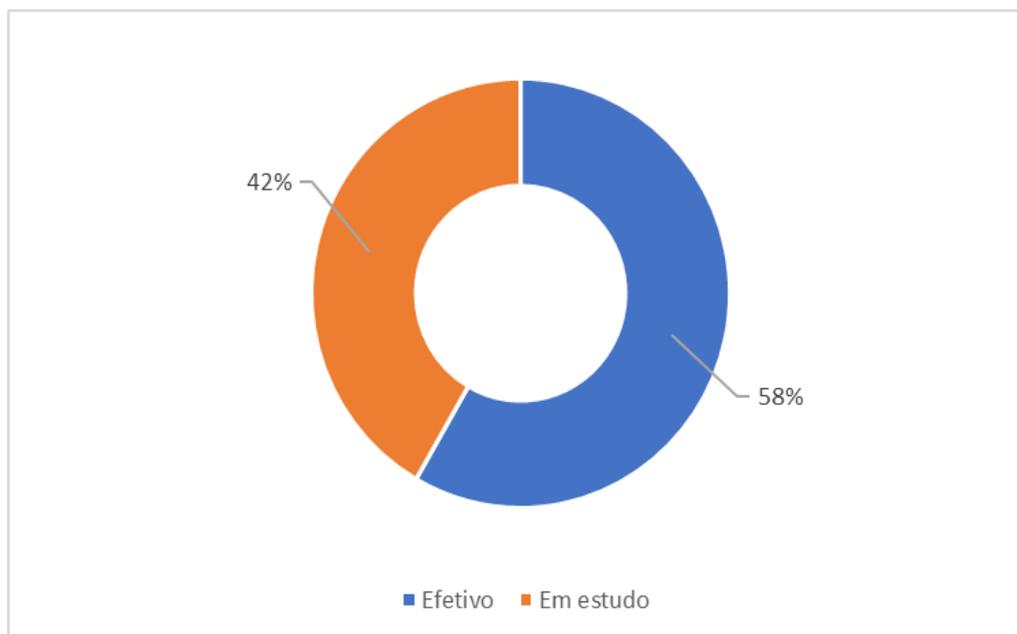
A nível mundial, por ser uma economia emergente, muitos projetos limitam-se apenas a memorandos de entendimento ou estudos preliminares, mas há aqueles que já possuem um desenvolvimento concreto. A Figura 6 apresenta essa distribuição percentual de projetos em estudo ou efetivos.

¹ As iniciativas identificadas neste Observatório podem se tratar da divulgação da empresa sobre a intenção de realizar o projeto ou, até mesmo, da divulgação do desenvolvimento do projeto.

A Economia de Hidrogênio no Mundo

Projetos de Hidrogênio

Figura 6 - Classificação dos projetos identificados pelo status de desenvolvimento



Fonte: Elaborado pelos autores.

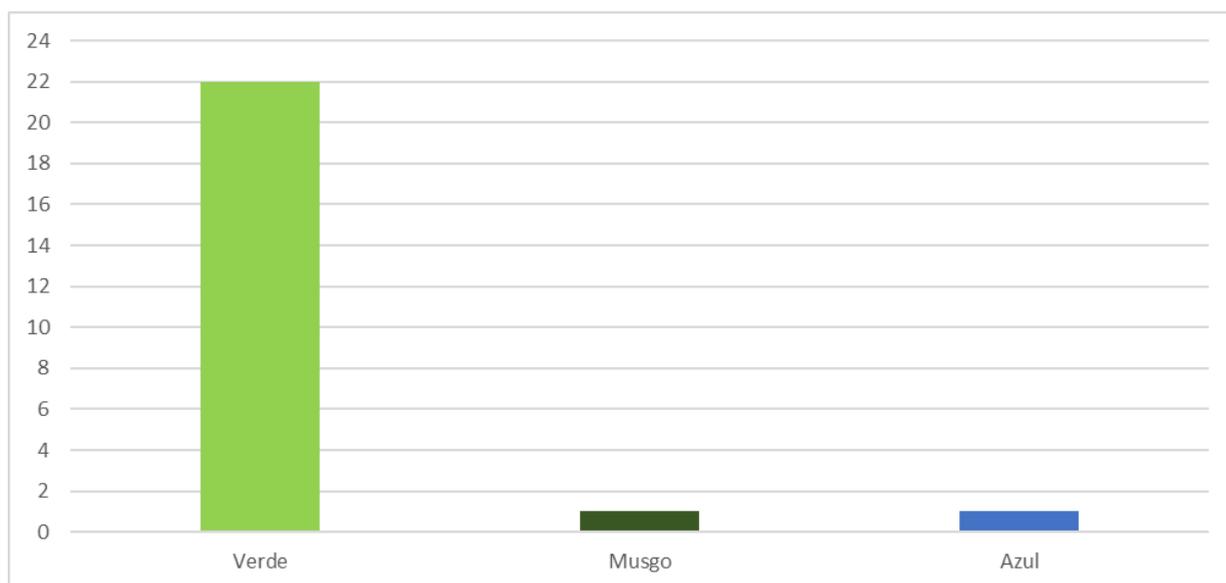
Observa-se que 24 projetos foram identificados, sendo 14 já em fase de efetivação e os outros 10 ainda em fase de estudo. Ademais, vale ressaltar que, dos projetos efetivos, todos são projetos-piloto, o que também é observado na fase de estudo. Foi possível identificar, ainda, a predominância de projetos de hidrogênio verde nas duas fases.

Tendo em vista o comprometimento mundial com a transição energética, os países vêm desenvolvendo, em sua maioria, projetos que visam produzir o hidrogênio de maneira limpa. Neste sentido, dos novos projetos identificados, todos visam produzir o hidrogênio limpo, com uma pegada baixa ou sem emissão de dióxido de carbono. Destes novos projetos, 22 são de hidrogênio verde, um é de hidrogênio musgo e um de hidrogênio azul, como mostra a Figura 7.

A Economia de Hidrogênio no Mundo

Projetos de Hidrogênio

Figura 7 - Classificação da cor do hidrogênio dos projetos identificados



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar a Figura 7, é notório que os novos projetos estão de acordo com a transição energética e com o intuito de descarbonizar a matriz energética, pois todos contêm uma pegada de carbono reduzida, nula ou negativa.

Consoante aos projetos de hidrogênio verde, é importante informar sobre a origem da energia. Assim, verifica-se que os projetos são alimentados a partir energia hidrelétrica, solar ou eólica, com ênfase, principalmente, às duas últimas energias primárias.

No que concerne ao hidrogênio azul, foi utilizado o gás natural submetido ao processo de reforma a vapor, com a posterior captura de carbono pelo método do CCS, que captura cerca de 90% do carbono emitido no processo.

A Economia de Hidrogênio no Mundo

Políticas Públicas e Financiamentos

A economia de hidrogênio está em estágio inicial de desenvolvimento e, por isso, o seu sucesso depende da ação conjunta entre as iniciativas públicas e privadas. 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 os incentivos adequados e, assim, reduzindo as 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 hidrogênio:

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

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

No mundo, dois países tem liderado as principais iniciativas para promoção da economia do hidrogênio, que são a **Alemanha** e a **Austrália**. Ambas têm trabalhado fortemente na promoção de projetos capazes de reduzir as barreiras, contando fortemente com o apoio governamental.

Neste sentido, considerando que o posicionamento na economia do hidrogênio desses países são complementares, ou seja, a Alemanha como importador e a Austrália como exportador, foi firmada uma cooperação bilateral para a criação de uma iniciativa de incubação de projetos-piloto, demonstrações e usos do hidrogênio, denominada HyGATE. Esta iniciativa, que tem previsão de abertura para chamada pública de financiamento, recebeu US\$ 36 milhões da Austrália, por meio da Agência de Energia Renovável da Austrália (ARENA), e US\$ 56 milhões da Alemanha, através do Ministério Federal de Educação e Pesquisa (BMBF).

A Economia de Hidrogênio no Mundo

Políticas Públicas e Financiamentos

(continuação)

A tendência é que o HyGATE acelere o desenvolvimento da economia do hidrogênio, estimulando inovações e o ganho de escala das suas tecnologias, ao mesmo tempo em que abre caminhos para as futuras exportações da Austrália para os mercados europeus.

Para saber mais, acesse: [ARENA](#)

Olhando exclusivamente para a **Austrália**, destaca-se, ainda, o financiamento de US\$ 15,5 milhões para a inserção de caminhões a hidrogênio em Townsville, em Queensland. O investimento para o projeto será partilhado pela Clean Energy Finance Corporation (CEFC) e pela ARENA em US\$ 12,5 milhões e US\$ 3,02 milhões, respectivamente. A perspectiva é que o investimento da CEFC seja destinado à compra de cinco caminhões pesados de hidrogênio para apoiar as operações de mineração de zinco da Sun Metals, perto de Townsville. Já o investimento da ARENA subsidiará as instalações das infraestruturas de recarga. A expectativa é que esta iniciativa estimule o desenvolvimento do *hub* de hidrogênio SunHQ da Ark Energy, que deverá produzir até 159 toneladas de hidrogênio por ano, quando estiver operacional.

Para saber mais, acesse:

[Minister Industry \(gov.au\)](#)

[H2 View](#)

A Economia de Hidrogênio no Mundo

Armazenamento e Transporte

O armazenamento e o transporte do hidrogênio são de extrema importância para o desenvolvimento desta economia, de forma que romper os desafios técnicos e econômicos para viabilizar a exportação e promover a transição gradual do suprimento de gás natural a partir do blending com o hidrogênio verde são essenciais. Diante disso, esta seção apresenta o estágio atual de desenvolvimento deste setor, com destaque para alguns projetos e iniciativas.

Gasodutos

Os gasodutos são tubulações utilizadas no transporte de gás industrial, especialmente o gás natural, para alimentar indústrias, residências, veículos, etc. Segundo o relatório International Hydrogen Strategies (WEC, 2020), o transporte de hidrogênio em gasodutos apresenta as seguintes vantagens:

- Alta capacidade de transporte;
- Economia para grandes volumes;
- Integração de armazenamento de hidrogênio de longo prazo em grande escala e custo-benefício; e
- Possível remodelação de dutos existentes.

Neste contexto, tendo em vista os desafios técnicos, econômicos e regulatórios que a implementação deste uso traz, os financiamentos públicos, a gestão da transição e a harmonização regulatória com os mercados existentes são essenciais para viabilizar este mercado.

As iniciativas de blending de hidrogênio nas redes de gás existentes tem apresentado crescimento, notadamente em países da Europa, onde 66 distribuidores de gás, de 13 países, propuseram a implementação gradual de hidrogênio, por meio da uma iniciativa, denominada Ready for Hydrogen. A expectativa é que, até fevereiro de 2022, sejam publicados os primeiros relatórios e análises do projeto.

Para mais informações, acesse:

<https://www.ready4h2.com/>

Produção Científica

Avaliação técnica do transporte e do armazenamento de hidrogênio visando a descarbonização do sistema energético de Portugal

Autor: Marcelo Marques do Amaral

Orientador: Daniel Vaz

Para reduzir as emissões de GEE, torna-se necessária a ampliação da participação de fontes de energias renováveis (FER). No entanto, a produção de eletricidade baseada em FER apresenta desafios com relação à sazonalidade destas fontes. Deste modo, o armazenamento de energia é a solução mais adequada para garantir a segurança energética de Portugal, utilizando, para isso, o hidrogênio. Neste contexto, a dissertação da Universidade Nova teve como objetivo avaliar tecnicamente as atuais tecnologias de transporte, armazenamento e distribuição do hidrogênio, relacionando-as com o cenário atual de Portugal. O estudo concluiu que o país, por ter uma política de apoio e investimento tecnológico na transição energética ao hidrogênio, torna-se um forte candidato a estar no topo da produção e do fornecimento na Europa. Do ponto de vista técnico, Portugal possui infraestruturas favoráveis, contando com estradas, gasodutos de transporte e distribuição, cavernas de sal e o Porto de Sines, de águas profundas, que podem ser aprimoradas visando o amadurecimento gradual da economia do hidrogênio.

Produção Científica

O custo de produção e armazenamento de hidrogênio renovável na África do Sul e transporte para o Japão e para a União Europeia até 2050 em diferentes cenários

Autor: Thomas H. Ross

A descarbonização de setores de difícil redução de emissões exigirá volumes significativos de hidrogênio livre de carbono. Desta forma, foi realizado um estudo para determinar o custo a que o hidrogênio pode ser gerado por eletrólise usando eletricidade renovável na África do Sul entre 2020 e 2050, armazenado em transportadores adequados, como transportador de hidrogênio orgânico líquido (LOHC), hidrogênio líquido criogênico ou amônia, e, em seguida, enviado para o Japão e para a União Europeia. O estudo concluiu que o hidrogênio verde é produzido a um custo mais baixo na África do Sul usando eletricidade gerada de forma híbrida e com energia solar e eólica associadas a eletrolisadores alcalinos em grande escala. O hidrogênio é convertido e armazenado pelo menor custo como LOHC, mas entregue ao Japão pelo menor custo como amônia. Além disso, pode ser entregue ao Japão por um custo igual ou inferior ao da meta japonesa de US\$ 3/kg até 2030 através de uma de duas maneiras. Primeiro, reconvertendo o transportador de amônia em hidrogênio gasoso, desde que o financiamento concessionário permita um custo médio ponderado máximo de capital (WACC) de 3% para energia renovável e infraestrutura de eletrolisador. Segundo, como amônia para uso direto (sem reconversão em hidrogênio gasoso), desde que o financiamento concessionário permita um WACC máximo de 6%. Em qualquer caso, o preço-alvo de destino pode ser alcançado para o hidrogênio gasoso até 2040 com um WACC de até 6%.

Para solicitar acesso ao artigo, acesse:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319921034406>

Produção Científica

Análise técnico-econômica da produção de hidrogênio solar produzido por eletrólise no norte do Chile e o caso de exportação do Deserto do Atacama para o Japão

Autor: Felipe Ignacio Gallardo; Andrea Monforti Ferrario; Mario Lamagna; Enrico Bocci; Davide Astiaso Garcia; Tomas E. Baeza-Jeria.

A produção de hidrogênio a partir de eletricidade solar na região do Deserto do Atacama, no Chile, foi identificada como estratégica para a exportação global do gás. Neste contexto, o artigo investiga toda a cadeia de abastecimento de hidrogênio solar para 2018 e faz uma projeção para 2025–2030. Para realizar esta análise, os pesquisadores consideraram dados de perfis elétricos por hora plurianual de usinas fotovoltaicas e a operação de usinas de energia solar concentrada, simuladas com armazenamento de energia térmica, bem como preços de contrato de compra de energia elétrica relatados no mercado chileno. O custo nivelado do hidrogênio (LCOH) de cada rota de produção é calculado por um modelo técnico-econômico MATLAB/Simulink para tecnologias alcalinas e eletrolisadores PEM de grande porte. Sucessivamente, diferentes configurações de distribuição, armazenamento e transporte são avaliadas com base no estudo de caso japonês de 2025, de acordo com a demanda declarada de hidrogênio. O transporte na forma de hidrogênio liquefeito (LH₂) e via transportadora de amônia (NH₃) é comparado do Porto de Antofagasta, no Chile, ao Porto de Osaka, no Japão.

Para acessar o artigo, clique

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319920325842?via%3Dihub>

Considerações Finais

Após a análise, evidencia-se um mercado de hidrogênio mais bem desenvolvido e estabelecido, tanto nacional quando mundialmente, e isto é notado a partir do constante anúncio de projetos e pela crescente importância que tem se dado ao hidrogênio não apenas na pauta internacional, na qual o vetor energético foi ponto chave através da COP 26, como também na escala do Brasil, onde há crescimento das iniciativas de produção e pesquisa.

Assim, avaliando a cadeia de valor do hidrogênio desde a produção até o uso final, percebe-se o papel fundamental das políticas públicas e de financiamento para proporcionar o desenvolvimento da demanda e da oferta desse mercado, além da função da utilização do hidrogênio em gasodutos, que contribui diretamente para proporcionar experiências de desenvolvimento de novos usos para o hidrogênio, bem como ampliar sua aceitação pública e reduzir seus custos.

Consoante ao exposto, observou-se o aumento da demanda pelo *blend* de hidrogênio nos gasodutos, reforçando sua utilização ao invés de gás natural e consolidando gradativamente a transição energética. As principais iniciativas relacionadas no mês de novembro foram de produção, primariamente ligadas ao hidrogênio verde, que possui a tecnologia de obtenção mais limpa dentre as demais.

De maneira geral, deve-se destacar o quanto a economia de hidrogênio vem se desenvolvendo. Os investimentos crescentes, atrelados a projetos de P&D e à implementação de projetos piloto, impulsionarão o mercado do hidrogênio para que os objetivos climáticos sejam alcançados.



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Observatório de Hidrogênio



@geselufrj