

Outubro de 2021

Estudo sobre

Hidrogênio Verde

FIERGS CIERGS

Comitê da Indústria de Defesa e Segurança



1) O que é e sua origem:

O hidrogênio, que tem fórmula H_2 , é o elemento químico mais abundante no Universo, equivalendo a 75% da composição de sua massa. Além de constituir matéria-prima das estrelas, é o terceiro elemento mais abundante na superfície da Terra e o mais abundante em número de átomos e o terceiro em massa no corpo humano. Em geral, o hidrogênio se encontra em estado gasoso, podendo ser líquido também (Portal Hidrogênio Verde, 2021).

Dentro do contexto de crescente busca por soluções sustentáveis e de mitigação das mudanças climáticas, a pauta do uso de energias renováveis está cada vez mais em voga. Assim, considerando a potência energética do hidrogênio, que é três vezes maior do que a da gasolina, a substância tem sido fortemente estudada e testada para diferentes aplicações, especialmente por ser uma fonte de energia limpa, uma vez que o processo de obtenção do hidrogênio verde não produz dióxido de carbono (CO_2), gás poluente do aquecimento global (SMINK, 2021).

2) Processos de obtenção:

O hidrogênio não se apresenta sozinho na natureza, estando sempre associado a outro elemento. Ou seja, ele se apresenta na água, junto ao oxigênio, e se combina com o carbono, formando hidrocarbonetos como gás, carvão e petróleo. Por isso, é necessário isolá-lo para utilizá-lo, processo que requer grandes quantidades de energia e elevado investimento. Um dos métodos mais comuns consiste na utilização de hidrocarbonetos para geração de energia, porém esse processo emite CO_2 e, portanto, é considerado poluidor (SMINK, 2021).

Contudo, há alguns anos, iniciou-se a produção do hidrogênio a partir de energias renováveis, como solar e eólica, por meio de eletrólise, processo que utiliza, em um eletrolisador, uma corrente elétrica para separar as moléculas de hidrogênio e oxigênio da água (H_2O). O resultado é o hidrogênio verde, caracterizado por ser 100% sustentável, porém com

custo de produção consideravelmente maior que do hidrogênio tradicional (DEWAN, 2021).

Em outras palavras, além do hidrogênio verde, há o hidrogênio cinza, que é a maneira mais barata e, portanto, mais comum de utilização, pois sua fonte de energia advém de combustíveis fósseis. Tem aplicação principalmente na indústria química para produzir, por exemplo, fertilizantes e para refino de petróleo. Há também o chamado hidrogênio azul, que é gerado com o mesmo processo do hidrogênio cinza, mas a maior parte do carbono emitido durante sua produção é “capturado”, não sendo liberado na atmosfera e, portanto, reduzindo as taxas de emissão de carbono do processo (DEWAN, 2021).

Deste modo, o hidrogênio cinza é considerado como uma alternativa de transição limpa, à medida que a sociedade internacional busca a redução do uso de carvão e petróleo até cortá-los do cotidiano definitivamente. Contudo, alguns estudos recentes revelaram que este tipo de processo emite mais gases do efeito estufa, como o metano, do que os especialistas conceberam inicialmente, haja vista que frequentemente há vazamentos dos dutos para a atmosfera. Assim, se o hidrogênio verde gerado a partir do processo de eletrólise for totalmente alimentado com energia de fontes renováveis (como solar e eólica), esta pode ser uma opção viável de emissão zero (DEWAN, 2021).

3) Potencialidades, aplicações e críticas:

Uma das aplicações do hidrogênio isolado consiste na armazenagem e geração de energia por meio de células de combustível em veículos de pequeno, médio e grande porte. Além disso, pode servir como insumo para a indústria siderúrgica, química, petroquímica, agrícola, alimentícia e de bebidas, bem como combustível para navios, aviões e para aquecimento de edificações, entre outras possibilidades (Portal Hidrogênio Verde, 2021).

Todavia, essa opção é considerada perigosa por conta da sua alta inflamabilidade e, portanto, há alguns desafios referentes à segurança de seu transporte e armazenamento. Ademais, também é importante citar que sua produção requer grandes quantidades de energia, sendo um processo muito custoso. De acordo com a Agência Internacional de Energia, em 2021, 99% do hidrogênio usado como combustível era produzido a partir de fontes não-renováveis; e menos de 0,1% era produzido através da eletrólise da água (SMINK, 2021).

Além disso, há fortes críticas em relação ao uso do hidrogênio azul, pois é visto como uma justificativa para que as empresas de combustíveis fósseis continuem em atividade e emitindo poluentes. Segundo Jess Cowell, ativista da *Friends of the Earth Scotland*, “existe a possibilidade de utilização do hidrogênio verde no futuro, mas agora não seria o momento de investir nele, pois há o risco de desviar a capacidade renovável existente para a geração de hidrogênio verde e, neste momento, esse é um processo incrivelmente ineficiente”. Assim, de acordo com o ativista, se fontes renováveis de eletricidade estão sendo usadas para criar hidrogênio, não faz sentido agora usá-lo para fins como aquecimento de casas, possibilidade que está sendo discutida no Reino Unido. A eletricidade renovável deve ser usada para eletrificação direta, como em caldeiras a gás normalmente usadas para aquecer casas na Escócia e no Reino Unido (DEWAN, 2021).

No entanto, as pressões para reduzir a poluição ambiental têm levado uma série de países e empresas a apostar nesta nova forma de energia limpa, considerada como essencial para "descarbonizar" o planeta. Companhias de petróleo como Repsol, BP e Shell estão entre as que lançaram projetos de hidrogênio verde e, além delas, vários países anunciaram planos de produção nacional deste combustível renovável (SMINK, 2021).

No que se refere aos planos públicos, a União Europeia (UE), em 2020, comprometeu-se a investir US\$ 430 bilhões em hidrogênio verde até 2030,

tendo a intenção de instalar eletrolisadores de hidrogênio renovável de 40 gigawatts (GW) durante a próxima década, com vistas de atingir seu objetivo de impacto neutro no clima até 2050. Em relação aos Estados Unidos, o Presidente Joe Biden prometeu, em seu plano energético, que vai garantir que em 10 anos, “o mercado possa ter acesso ao hidrogênio verde ao mesmo custo do hidrogênio convencional, proporcionando uma nova fonte de combustível limpo para algumas centrais elétricas existentes” (SMINK, 2021).

4) Projetos no exterior:

Ao final de 2020, foi lançada a iniciativa *Green Hydrogen Catapult* (Catapulta do Hidrogênio Verde), que faz parte da campanha *Race to Zero* (Corrida por Zero Emissões) da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. A coalizão global congrega empresas internacionais que desenvolvem projetos de hidrogênio verde e que buscam reduzir o custo do produto pela metade, a fim de se aproximar a US\$ 2/kg. A associação é composta pelo grupo saudita de energia limpa ACWA Power, pela desenvolvedora australiana CWP Renewables, pela fabricante chinesa de turbinas eólicas Envision, pelas empresas europeias de energia Iberdrola e Ørsted, pelo grupo de gás italiano Snam e pela produtora norueguesa de fertilizantes Yara. Segundo relatório publicado em agosto de 2020 pela consultoria de energia Wood Mackenzie, os custos de produção do hidrogênio verde cairão até 64% na próxima década. Ademais, o banco de investimento Goldman Sachs estima que o mercado de hidrogênio verde ultrapassará US\$ 11 trilhões em 2050 (SMINK, 2021).

Seguindo esse cenário otimista acerca da substância, há seis países que devem ser destacados, pois estão desenvolvendo os maiores projetos de produção de hidrogênio verde. O país líder do segmento é a Austrália, que, devido aos seus vastos recursos energéticos renováveis, especialmente em energia eólica e solar, tem propostas para a construção de cinco megaprojetos. O maior do mundo é o *Asian Renewable Energy Hub*, em Pilbara, na parte Ocidental do país, onde está previsto o

estabelecimento de uma série de eletrolisadores com 14 GW de capacidade total. A estimativa é de que o projeto, com investimento de US\$ 36 bilhões, esteja pronto até 2027-28. Os outros quatro projetos, dois na Austrália Ocidental e dois em Queensland, no Leste, ainda estão em fase de planejamento inicial, mas cabe mencionar que acrescentariam outros 13,1 GW de capacidade (SMINK, 2021).

A Shell lidera, junto de outros parceiros, o projeto *NorthH2* no Porto do Ems, ao norte da Holanda, o qual prevê a construção de no mínimo 10 GW de eletrolisadores. A intenção é ter 1GW até 2027 e 4GW até 2030, utilizando energia eólica *offshore*. O estudo de viabilidade do projeto será concluído ainda em 2021 e a ideia é utilizar o hidrogênio gerado para abastecer a indústria pesada na Holanda e na Alemanha. Os alemães, por sua vez, também têm seus próprios projetos em território nacional. O maior é o AquaVentus, no Mar do Norte. O plano é construir 10 GW de capacidade até 2035. O projeto está sendo promovido por um consórcio de 27 empresas, instituições de pesquisa e organizações (incluindo a Shell), o qual usará os fortes ventos da região como fonte de energia. Um segundo projeto está sendo planejado em Rostock, na costa norte da Alemanha, em que um consórcio liderado pela empresa RWE está projetando a construção de mais 1 GW de energia verde (SMINK, 2021).

No continente asiático, a China é o maior produtor mundial de hidrogênio, porém, historicamente, utilizou hidrocarbonetos para gerar a maior parte dessa energia. Assim, o país está iniciando, agora, o desenvolvimento do mercado de hidrogênio verde com a construção de um grande projeto na Mongólia Interior, no norte do país. O projeto é liderado pela concessionária estatal Beijing Jingneng e terá o investimento de US\$ 3 bilhões para gerar 5 GW a partir de energia eólica e solar. A previsão de finalização do projeto é 2021.

A Arábia Saudita, no que lhe diz respeito, é o país árabe com as maiores reservas de petróleo do mundo, contudo planeja sua entrada no mercado de hidrogênio verde, com o projeto *Helios Green Fuels*. Ele será

baseado na "cidade inteligente" futurística de Neom, às margens do Mar Vermelho, na província de Tabuk, no noroeste do país. A previsão é de que o projeto, que teve US\$ 5 bilhões em investimento, instale 4 GW de eletrolisadores até 2025 (SMINK, 2021).

Por fim, o Chile é considerado referência em energia solar, sendo o primeiro país da América do Sul a apresentar uma "Estratégia Nacional de Hidrogênio Verde" em novembro de 2020. Na região, é o único que tem dois projetos em andamento: o HyEx, da empresa francesa de energia Engie e da empresa chilena de serviços de mineração Enaex; e o *Highly Innovative Fuels* (HIF), da AME, Enap, Enel Green Power, Porsche e Siemens Energy (SMINK, 2021).

O primeiro projeto, com sede em Antofagasta, no norte do Chile, utilizará energia solar para gerar hidrogênio verde por meio de eletrolisadores de 1,6 GW, produção que será aplicada à mineração. Um projeto piloto planeja instalar 16 MW até 2024. Já o projeto HIF, na Região de Magalhães e da Antártida Chilena, gerará combustíveis à base de hidrogênio através de energia eólica. Segundo informações da empresa AME, o teste utilizará um eletrolisador de 1,25 MW e nas fases comerciais será superior a 1 GW. O ministro da Energia do Chile, Juan Carlos Jobet, afirmou que o objetivo do país consiste em não somente gerar hidrogênio verde a fim de cumprir sua meta de neutralidade de carbono até 2050, como também para futuramente exportar esse combustível limpo (SMINK, 2021).

5) Projetos no Brasil:

No Brasil, é possível identificar, no mínimo, três hubs de produção de hidrogênio verde, os quais estão centrados em torno dos portos de Pecém, no Ceará, de Suape, em Pernambuco, e do Açú, no Rio de Janeiro, que já firmaram memorandos de entendimento com grupos estrangeiros. Dentre estes citados, o projeto piloto anunciado pela empresa de energia portuguesa EDP, no porto do Ceará, está em estágio mais avançado,

contando com uma usina de energia solar e um eletrolisador, além de um investimento de R\$ 42 milhões. A operação deve começar no final de 2022 (TEIXEIRA JR, 2021).

As empresas White Martins e Fortescue Futures também pretendem produzir hidrogênio verde no estado cearense. A Fortescue Futures busca ser a primeira produtora mundial de “ferro verde”, ou seja, produzir o minério sem emissão de CO₂, existindo também planos para o Porto do Açu. Em Pernambuco, o governo do Estado anunciou parceria com a empresa Neoenergia, do grupo espanhol Iberdrola, além de estabelecer um memorando de entendimento com a Qair, de origem francesa. Por enquanto, há mais estudos do que iniciativas reais em território brasileiro, porém, se concretizados, os planos podem superar US\$ 20 bilhões em investimentos (TEIXEIRA JR, 2021).

A movimentação tem se intensificado no Brasil devido ao seu alto potencial de assumir posição de liderança na produção desse novo insumo energético. Como exemplo deste “boom” do setor, é possível citar a duplicação do número de empresas associadas à Associação Brasileira de Hidrogênio (ABH2), com sede no Rio de Janeiro, desde junho até setembro de 2021, com grandes projetos sendo prospectados no país (TEIXEIRA JR, 2021).

Os primeiros projetos em fase de estudo no Brasil estão voltados para atender o mercado externo, haja vista as metas estritas de redução de emissões de atividades industriais impostas pelos governos, principalmente na Europa – os quais já possuem legislações mais avançadas para a descarbonização. Em relação ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém, foi anunciado, em abril de 2021, um acordo com a White Martins para analisar a viabilidade técnica de um hub exportador. O objetivo é reunir todas as etapas do processo em um único local e, assim, embarcá-lo diretamente em navios. No Porto do Açu, a proposta é similar (TEIXEIRA JR, 2021).

É importante notar que, mesmo considerando os custos da travessia pelo Atlântico, o Brasil ainda pode ser competitivo, pois um dos principais fatores para o processo de obtenção do hidrogênio verde é a energia renovável e o custo da eletricidade é menor no Brasil (assim como demais países da América Latina) quando comparado aos países europeus e à Oceania. De acordo com estimativas da Empresa de Pesquisa Energética, o potencial de geração eólica brasileiro é maior que 1050 GW, mas somente 16 GW são utilizados. Referente à energia solar, o potencial brasileiro é aproximadamente cem vezes maior do que a capacidade instalada (TEIXEIRA JR, 2021).

O desafio é, portanto, concretizar esse potencial energético em produção de hidrogênio verde a um custo viável. Por ora, o governo brasileiro não se comprometeu com nenhum tipo específico de produção de hidrogênio, haja vista que, apesar do país possuir reservas abundantes de gás natural para produzir o hidrogênio azul e este ser competitivo em termos de preço, os maiores investimentos mundialmente são relativos ao hidrogênio verde (TEIXEIRA JR, 2021).

Além disso, no Brasil, o grande impulsionador desse setor têm sido o poder público, como no Porto de Açu, onde o governo do Rio de Janeiro tem atuado para que seja o principal condutor de crescimento do estado atualmente. A área será designada como ZPE (Zona de Processamento de Exportação), a fim de impulsionar a instalação da planta de hidrogênio e a industrialização do porto, baseando-se em projetos de energia renovável. Contudo, ainda se faz necessário a criação de condições regulatórias que viabilizem o desenvolvimento de tecnologia nacional e, conseqüentemente, da demanda interna (TEIXEIRA JR, 2021).

No sentido de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) para formulação da tecnologia de produção do hidrogênio verde em território nacional, pode-se citar alguns outros projetos, ainda incipientes, como: parceria da AES Tietê com a empresa Hytron e o Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI), em São Paulo; iniciativa da Eletrobrás FURNAS para

construção de eletrolisador e planta solar na área da Usina de Itumbiara, Goiás; assinatura de Memorando de Entendimento do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), da Eletrobrás, com a *State Power Investment Corporation of China* (SPIC); descarbonização dos processos produtivos da empresa Siemens Energy Brasil; e assinatura de Memorando de Entendimento da Secretaria de Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Inovação de São Carlos, São Paulo, com a organização R20 (*Regions of Climate Action*) para a viabilidade de implementação de uma usina de produção de hidrogênio (Portal Hidrogênio Verde, 2021).

Fontes:

DEWAN, Angela. **Hidrogênio verde pode ser o combustível do futuro: mas ainda não deve resolver todos os problemas.** CNN Brasil Business, 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/o-hidrogenio-verde-pode-ser-o-combustivel-do-futuro-mas-ainda-nao-deve-resolver-todos-os-problemas/>>. Acesso em: 21 out. 2021.

O QUE é Hidrogênio? **Portal Hidrogênio Verde: Aliança Brasil-Alemanha,** 2021. Disponível em: <<https://www.h2verdebrasil.com.br/o-que-e-hidrogenio/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

SMINK, Veronica. **Hidrogênio verde: os 6 países que lideram a produção do “combustível do futuro”.** BBC News Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-56604972>>. Acesso em: 21 out. 2021.

TEIXEIRA JR, Sérgio. **O Brasil na corrida pelo hidrogênio verde (com US\$ 20 bi em projetos).** Capital Reset, 2021. Disponível em: <<https://www.capitalreset.com/o-brasil-na-corrida-pelo-hidrogenio-verde-com-us-20-bi-em-projetos/>>. Acesso em: 25 out. 2021.