

Hidrogênio verde: A energia do futuro

Cenário e Oportunidades

Por Samia Maciel*, SergipeTec

A produção de hidrogênio verde (H₂V), também conhecido como hidrogênio renovável, tem sido apontada como uma das alternativas possíveis em busca da descarbonização das fontes de energia nos próximos anos [1; 2]. O hidrogênio apresenta três vezes mais energia que a gasolina comum e, ainda, é uma fonte de energia limpa uma vez que só libera água na forma de vapor e não produz dióxido de carbono (CO₂) [3]. Conheça mais aqui sobre Hidrogênio Verde e seu uso nesse material da gigante espanhola Iberdrola [4].

Existem estudos que permitem utilizar o hidrogênio como combustível, contudo é importante considerar que o mesmo é altamente inflamável [2], tornando as operações de transporte e armazenamento, um grande desafio e, além disso, o processo produtivo requer grandes quantidades de energia, aumentando os custos do processo [5].

Tradicionalmente, 99 % do hidrogênio utilizado como combustível, é gerado a partir de fontes não-renováveis, como consequência, o processo polui o meio ambiente com altas emissões de CO₂ [3]. O mercado mundial de hidrogênio

é bastante relevante atualmente, sendo estimado ter respondido entre US\$ 110 a US\$ 136 bilhões em 2019, majoritariamente para uso não energético, em aplicações que incluem a produção de intermediários para fertilizantes, indústria alimentícia e produção de derivados de petróleo, entre outros [6].

No entanto, devido à pressão mundial para a transição energética do planeta até 2050, uma nova tendência aponta para produção de hidrogênio a partir de energias renováveis, como energia solar e eólica, por meio do processo de eletrólise. A eletrólise aplica uma corrente elétrica para quebrar a molécula da água em hidrogênio e oxigênio em um equipamento conhecido como eletrolisador, sendo um processo 100% sustentável para produção de energia limpa. Atualmente, menos de 0,1 % de H₂ no mundo é produzido por meio da eletrólise da água [3].

A eletrólise da água é a rota mais limpa de todas aquelas que extraem hidrogênio de alguma fonte primária, mas enfrenta o desafio dos altos custos da eletrólise alcalina e membranas de troca de próton (PEM), que tem se mostrado mais promissora recentemente, além da influência do preço da energia elétrica para alimentação dos eletrolisadores. Contudo, à medida que a descarbonização do planeta avança, a geração de energias renováveis se torna mais barata [2] e, ainda, graças à interligação do sistema elétrico nacional, uma alternativa que pode viabilizar a produção de hidrogênio

verde e torná-la mais competitiva, é o uso das energias renováveis para geração elétrica, como exemplo, uma integração das usinas de energia eólica e solar, que, em geral, promoverá uma redução de custos na produção do H₂V através da eletrólise da água [6].

A Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), aponta em seu relatório de 2019, que os projetos eólicos e solares como fontes de energia elétrica para os eletrolisadores podem oferecer um hidrogênio verde a um custo comparável ao do hidrogênio produzido a partir de combustíveis fósseis [8].

1. Perspectivas e investimentos em produção de hidrogênio verde

A expectativa de produção do hidrogênio é de crescimento significativo nos próximos anos, podendo atingir valores de até US\$ 200 bilhões, impulsionados pela perspectiva de uso do hidrogênio como vetor necessário para viabilizar a descarbonização profunda da economia mundial, requerida para a consecução das metas do Acordo de Paris no horizonte 2050 [6].

1.1. Cenário Mundial

Muitos países e empresas (Repsol, BP, Shell) estão investindo em produção de energia limpa. A exemplo disso,

a União Europeia (UE), em meados de 2020, se comprometeu a investir US\$ 430 bilhões em hidrogênio verde até 2030. Joe Biden, presidente dos Estados Unidos, prometeu em seu plano energético que vai garantir "que o mercado disponibilize hidrogênio verde ao mesmo custo do hidrogênio convencional em uma década, proporcionando uma nova fonte de combustível limpo para algumas centrais elétricas existentes" [3].

No fim de 2020, as empresas internacionais ACWA Power, CWP Renewables, Envision, Iberdrola, Ørsted, Snam e Yara que desenvolvem projetos de hidrogênio verde, se uniram objetivando a redução do custo atual do hidrogênio renovável pela metade, para menos de US\$ 2 por quilo. Segundo a publicação da Wood Mackenzie de agosto de 2020, os custos de produção cairão até 64 % até 2040 [10].

Dentre os países engajados em produzir a “energia do futuro” (como o hidrogênio verde está sendo chamado), **Austrália propôs o maior projeto de hidrogênio verde mundial**, a proposta denominada *Asian Renewable Energy Hub* [7], considera o uso de energia eólica e solar e está prevendo uma série de eletrolisadores com capacidade total de 15 GW [8], a Holanda (previsão de pelo menos 10 GW de eletrolisadores), a Alemanha (10 GW de capacidade até 2035), a China (previsão de 5 GW até final de 2021), a Arábia Saudita (4 GW de eletrolisadores até 2025) e o Chile (prevê eletrolisadores de 1,6 GW) estão desenvolvendo os

maiores projetos de produção de hidrogênio verde no mundo. Os projetos propostos apresentam o uso de energia solar e/ou eólica para abastecer os eletrolisadores e o hidrogênio verde gerado será aplicado na mineração, setor automobilístico, de transporte público e de carga, do cimento verde e de fertilizantes [3].

A New Fortress [9] (empresa com 50 % de participação acionária da Celse – Usina Termelétrica de Sergipe) tem apoiado projetos de demonstração e comercialização da tecnologia de produção de H₂V inovadora, eficiente e de baixo custo. Entre elas, a tecnologia E-TAC da H₂Pro, criada por cientistas do Instituto de Tecnologia de Israel – Technion, que usa energia renovável para produzir H₂V por eletrólise por um processo com 95% de eficiência usando 30% menos de energia renovável quando comparado a outras tecnologias líderes de eletrólise [11].

O bilionário indiano Gautam Ambani, planeja triplicar sua capacidade de geração de energia renovável nos próximos quatro anos, investindo cerca de US\$ 10 bilhões em alguns segmentos, dentre eles, uma fábrica de eletrolisadores, uma de baterias para armazenamento de energia e outra de células a combustível para converter hidrogênio em energia, com o intuito de promover uma redução de custos na produção de hidrogênio verde, atingindo um valor de Us\$ 1/Kg em uma década [12; 13].

1.2. Cenário Brasileiro

O Ceará receberá a primeira planta de hidrogênio verde do país, em que será instalada no Complexo do Pecém com operação prevista já em 2022. A nova usina contará com um investimento da multinacional EDP do Brasil de quase R\$ 42 milhões [14] e terá capacidade de 3 MW e um módulo eletrolisador de última geração para produção de H₂ a partir de energia renovável. Ao longo do projeto serão realizadas parcerias estratégicas com indústrias, empresas de serviços e empresas automotivas, geração e armazenamento do combustível e adaptações em mobilidade utilizando o gás hidrogênio, nos transportes rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo [15].

O Governo do Rio Grande do Norte assinou, em agosto de 2021, um acordo com a Enterprize Energy para produção eólica *offshore*, amônia verde e hidrogênio. Segundo o fundador da Enterprize, Lan Hatton, além de estar em uma ótima localização, o Rio Grande do Norte possui uma ótima condição de produção e armazenamento em terra e no mar, podendo vir a se tornar um grande centro de produção de distribuição de hidrogênio e amônia verde. A previsão é que a usina de produção de H₂V e amônia verde tenha uma capacidade de 2 GW [16].

Recentemente, a indústria de fertilizantes Unigel anunciou que investirá na instalação de uma fábrica de

amônia verde em Camaçari, na Bahia, com previsão para iniciar suas operações até o fim do próximo ano. Para instalar a unidade, a empresa converterá uma antiga fábrica que está fechada. De acordo com Henri Slezynger, fundador e presidente do conselho da companhia, será a primeira fábrica de amônia verde no país e uma das primeiras e maiores em todo o mundo. O executivo não revelou quanto a empresa de fertilizantes investirá e nem a capacidade de produção de amônia da fábrica na Bahia. O insumo será obtido por meio do nitrogênio do ar e o hidrogênio da água, sem nenhuma utilização de combustíveis fósseis, apenas de energia renovável [17]. Vale destacar que a Unigel tem uma fábrica em Sergipe, no município de Laranjeiras, produzindo amônia e ureia.

Além da eletrólise da água, o etanol de cana-de-açúcar também tem sido apontado como uma fonte geradora de hidrogênio verde. Em agosto de 2021, o Ministério de Minas e Energia (MME) apresentou as diretrizes do Plano Nacional do Hidrogênio (PNH₂) com finalidade de facilitar as diferentes rotas de produção do combustível, por exemplo: obtenção do H₂V a partir da eletrólise da água com uso de energia elétrica das usinas hidroelétricas, eólicas, solar e nuclear; separação termoquímica; reforma a vapor de biomassas líquidas (etanol), sólidas e gasosas [18].

A gigante japonesa Nissan, em 2016, apresentou um modelo de carro que usava uma célula de combustível para

transformar o etanol em hidrogênio, e em seguida, gerar corrente elétrica para movimentar o motor. Desde 2018, a montadora tem parceria com o Laboratório de Genômica e Bioenergia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) para aprimorar a tecnologia. Nessa fase, está sendo desenvolvido um projeto de reformador para converter o etanol em hidrogênio tendo como subproduto o gás carbônico [19].

A Hytron [20] empresa que atua no mercado de hidrogênio, falou sobre como o Brasil pode se tornar um dos principais players do mundo com a tecnologia de conversão do etanol em hidrogênio. Segundo Daniel Lopes, sócio fundador da empresa, os benefícios de se obter hidrogênio a partir do etanol no Brasil são enormes, entre eles está o fato de o etanol ser um combustível renovável, fácil de ser transportado e que já conta com toda uma cadeia de valor estabelecida. Além disso, o etanol não é um combustível tóxico, possibilita a produção plena de hidrogênio verde, é de fácil armazenamento e permite produção local de H₂ próximo ao local de consumo [21].

No Brasil, começam a se desenhar pelo menos três hubs para produção de hidrogênio verde no país. Esses centros orbitam em torno dos portos de Pecém, no Ceará, de Suape, em Pernambuco, e do Açu, no Rio de Janeiro, que já firmaram memorandos de entendimento (MoU) com grandes grupos internacionais. O objetivo inicial é a

exportação para a Europa, que possui leis e protocolos mais avançados para a descarbonização, em especial, a Alemanha [22].

A White Martins e a australiana Fortescue Futures, subsidiária da mineradora australiana Fortescue Metals Group, também estudam produzir H₂V no Ceará. Esta última tem a ambição de ser a primeira produtora de “ferro verde” do mundo, ou seja, produzir o minério sem nenhuma emissão de CO₂, e também tem planos para o Porto do Açu. Em Pernambuco, foi anunciada uma parceria entre a Neoenergia, do grupo espanhol Iberdrola, e o governo do Estado e também um memorando de entendimento com a francesa Qair [22].

2. Expectativas sobre o futuro do hidrogênio verde em Sergipe

Em Sergipe, tem-se iniciado estudos sobre as possíveis rotas tecnológicas para produção de hidrogênio verde. O estado apresenta potencial uso de energias renováveis (solar, hidroelétrica e eólica) como fonte de energia elétrica para alimentação dos eletrolisadores, além disso possui usinas de etanol, possibilitando a produção do H₂V através da reforma a vapor do etanol.

Contudo, é imprescindível um levantamento detalhado sobre a viabilidade econômica das referidas rotas. O H₂V tem

inúmeras aplicabilidades, dentre elas, é possível produzir amônia verde, produto este de grande interesse de indústrias de médio e grande porte do estado que utilizam este insumo em seus processos. Uma alternativa também, é aplicar a geração de calor do hidrogênio verde nas indústrias de cimento para produção de cimento verde, em substituição ao coque, reduzindo consideravelmente a emissão de CO₂. E, ainda, vale destacar a possibilidade do seu uso como combustível no transporte público e transporte de cargas.

3. Considerações Finais

A movimentação para descarbonizar o planeta é intensa, devido a necessidade de se remediar os impactos catastróficos causados pelo uso dos combustíveis fósseis que impactaram diretamente nas mudanças climáticas. A transição energética é mandatária e os países precisam se adequar ao comprometimento das leis ambientais em reduzir a emissão de carbono para a atmosfera. O investimento em fontes renováveis de energia limpa é primordial para o cumprimento deste e para a manutenção da vida na Terra.

Neste sentido, o hidrogênio verde surge como uma alternativa estrategicamente importante em substituição as fontes de energia não-renováveis, onde o Brasil “tem plenas condições de assumir posição de liderança dessa nova

commodity energética”, afirma um estudo recém-publicado do Grupo de Estudos do Setor Elétrico, ligado à UFRJ [22].

Pelo que vimos acima, a tecnologia de Hidrogênio Verde vai transformar o cenário mundial de energia pelo seu potencial e pela sua flexibilidade nas suas diferentes rotas industriais.

Para finalizar destacamos algumas referências interessantes, a saber: (a) destacamos aqui tem um material interessante sobre Hidrogênio Verde inclusive um relatório do Ministério de Energia do Chile [23]; (b) adicionalmente temos aqui alguns “reports” sobre essa “badalada” energia do futuro! [24] e, no Brasil, podemos ver aqui os movimentos mais recentes nessa tecnologia [25].

Referências:

[1] A energia solar flutuante na rota do hidrogênio, Brasil Energia, 14 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3lOHWKx>

[2] Green hydrogen, Iberdrola, 11 de outubro de 2021

<https://www.iberdrola.com/sustainability/green-hydrogen>

[3] Hidrogênio verde: os 6 países que lideram a produção do ‘combustível do futuro’, BBC News Brasil, 14 de setembro de 2021

<https://www.bbc.com/portuguese/geral-56604972>

[4] O hidrogênio verde: uma alternativa para reduzir as emissões e cuidar do nosso planeta, Iberdrola

<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/hidrogenio-verde>

[5] Hidrogênio verde: Brasil abre as portas para a energia do futuro, Full Energy, 15 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3vkqiBy>

[6] EPE – Empresa de Pesquisa Energética (2021). Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira de Hidrogênio. Nota Técnica. Rio de Janeiro, 16 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3mTKfeu>

[7] The Asian Renewable Energy Hub, 15 de outubro de 2021

<https://asianrehub.com>

[8] Hydrogen: A Renewable Energy Perspective, IRENA – International Renewable Energy Agency, 13 de outubro de 2021 [pdf with 52 pages]

<https://bit.ly/3lJtfs6>

[9] New Fortress

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

[10] The promise of green hydrogen, Wood Mackenzie, 08 de outubro de 2021

<https://www.woodmac.com/news/opinion/the-promise-of-green-hydrogen/>

[11] The Countdown to zero begins with our newest zero-emission hydrogen projects, NewFortress Energy, 15 de outubro de 2021

<https://bit.ly/3AKyhJf>

[12] Adani takes on Mukesh Ambani, to invest \$20 billion in renewable energy; make foray into hydrogen, The Economic Times, 15 de outubro de 2021

<https://bit.ly/2Z2el7J>

[13] India's Two Richest Tycoons Race to be n^o1 – At being green, Forbes, 15 de outubro de 2021

<https://bit.ly/3j83cJ8>

[14] Referências do Google sobre = edp do brasil parceria ceará hidrogênio verde

<https://bit.ly/3viEF9k>

[15] Portal do Governo do Estado do Ceará, 15 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3zoYaU3>

[16] Governo do RN assina acordo com a Enterprize Energy para produção de energia eólica offshore, amônia verde e hidrogênio, CPG Click Petróleo e Gás, 16 de setembro de 2021.

<https://bit.ly/3BPlm9Z>

[17] Indústria de fertilizantes Unigel anuncia investimento em fábrica de amônia verde na Bahia, CPG Click Petróleo e Gás, 16 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3aKOS4M>

[18] Propostas de Diretrizes do Programa Nacional do Hidrogênio - Julho de 2021, 17 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3p8vWp9>

[19] Boom do hidrogênio verde abre mercado para o etanol, União Nacional de Bioenergia, 17 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3DDwGGS>

[20] Hytron, 18 de setembro de 2021

<https://www.hytron.com.br/>

[21] Produção de hidrogênio verde a partir do etanol entra em discussão no setor, União Nacional de Bioenergia, 17 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3aFua6B>

[22] O Brasil na corrida pelo hidrogênio verde (com US\$ 20 bi em projetos), Reset, 18 de setembro de 2021

<https://bit.ly/3mTN130>

[23] Referências do Google = GREEN HYDROGEN ENERGY SPECIAL REPORTS

<https://bit.ly/2YTrSyd>

[24] Referências do Google sobre = GREEN HYDROGEN ENERGY REPORT PDF

<https://bit.ly/3lAJrvC>

[25] Referências sobre Hidrogênio Verde no site Click Petróleo & Gás

<https://clickpetroleoegas.com.br/?s=hidrogenio+verde>

[*] SAMIA TÁSSIA ANDRADE MACIEL, Doutora em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ.2020), Mestra (UFS.2015) e Bacharela em Engenharia Química (UFS.2013). Atualmente é

Pesquisadora do Núcleo de Energias Renováveis e Eficiência Energética de Sergipe (SergipeTec) e Professora Substituta do Curso de Petróleo e Gás do Instituto Federal de Sergipe (IFS). Tem ampla experiência em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, financiados por diferentes agências de fomento (CAPES, CNPq, FINEP, FAPITEC/SE), atuando em energias renováveis com ênfase em energia da biomassa para produção de biocombustíveis e bioprodutos, aplicada, principalmente, as técnicas de pirólise, catálise, hidrotratamento e caracterização de compostos orgânicos em misturas complexas.