

## Perspectivas Para a Economia de Hidrogênio Verde no Brasil<sup>(1)</sup>

Nivalde de Castro (2)  
Luiza Masseno Leal (3)  
Vinícius José da Costa (4)

O hidrogênio renovável, com destaque para o hidrogênio verde (H2V), apresenta-se como um dos pilares fundamentais para a descarbonização de atividades econômicas altamente emissoras de gases do efeito estufa (GEE), especialmente, aquelas de difícil eletrificação direta, denominadas como *hard-to-abate*.

Por outro lado, o H2V é também um recurso substituto à importação de combustíveis fósseis com uma dupla vantagem. A primeira é de reduzir as volatilidades determinadas pelas incertezas dos preços internacionais, garantindo mais segurança de suprimento. A segunda é a possibilidade de desenvolver novas cadeias produtivas verdes locais com impactos sobre variáveis macroeconômicas, notadamente a formação bruta de capital fixo.

A partir deste sintético enquadramento analítico, pode-se delinear um cenário para o H2V com os seguintes parâmetros:

- i. Assumir, como é o petróleo, uma posição de importante commodity mundial, especialmente a partir de seus derivados. Muitos países produtores de H2V, com potencial de energia renovável, água e instalações portuárias, serão capazes e estimulados a atender a demanda dos países importadores, com a diferença de que a oferta será mais diluída e não tão centralizada como é o mercado de petróleo e gás, o que reduzirá a volatilidade dos preços; e
- ii. Se firmar como matéria-prima para a criar cadeias produtivas verdes nacionais com maior valor agregado, seja para atender o mercado interno e seja para exportação.

Estes dois parâmetros referentes à dinâmica de criação de uma economia do H2V serão analisados com mais profundidade nas linhas seguintes.

Agências internacionais de energia têm dado muita atenção à elaboração de projeções para o desenvolvimento do mercado de hidrogênio de baixa emissão, em função do irreversível processo de transição energética. Essas projeções de médio e longo prazo assumem pressupostos acerca da implementação de políticas de apoio mais agressivas e custos mais competitivos deste insumo energético.

Em IEA (2023a), por exemplo, indica-se a previsão da demanda por hidrogênio para diferentes cenários. No Cenário de Compromissos Anunciados, a demanda por hidrogênio de baixa emissão alcançaria 246 Mt H2-eq/ano em 2050, pouco mais do que a metade da projeção do Cenário Net-Zero, que seria de 420 Mt H2-eq/ano. Para a

consultoria internacional McKinsey & Company (2024), por sua vez, os valores de demanda variam entre 125 a 585 Mt H<sub>2</sub>- eq/ano em seus diferentes cenários.

Assim, com as demandas previstas por H<sub>2</sub>V e seus derivados, é evidente que serão abertas oportunidades de comércio internacional entre os países que detêm o potencial de produção de energia renovável e os países e as regiões que demandam H<sub>2</sub>V para o cumprimento de seus planos de descarbonização em diversos setores, mas não possuem a capacidade produtiva. Deste modo, fronteiras geográficas serão ultrapassadas e um mercado de comércio global interligado de H<sub>2</sub>V será consolidado. Nesse sentido, a Figura 1 apresenta a caracterização de diversos países no contexto do mercado internacional de hidrogênio de baixo carbono.

Figura 1 - Vocação para diferentes países no mercado internacional de hidrogênio de baixo carbono



Fonte: Rodrigues (2022)

No entanto, de acordo com IEA (2023b), o comércio internacional de hidrogênio está atualmente em um estágio muito inicial, principalmente quando comparado com as necessidades do Cenário Net-Zero, segundo o qual mais de 20% da demanda será atendida através do comércio internacional até 2030. Atualmente, os fluxos comerciais de hidrogênio são ultralimitados a alguns gasodutos existentes, que conectam áreas industriais na Bélgica, na França e na Holanda, através de projetos-piloto para testar o comércio de hidrogênio por navio. Ademais, alguns projetos comerciais estão em desenvolvimento na Austrália, nas Américas Central, do Sul e do Norte e na África, como potenciais exportadores.

Dessa forma, para o desenvolvimento deste mercado internacional de médio e longo prazo, é importante analisar os avanços e as lições aprendidas em projetos no curto prazo. Observa-se que os últimos meses foram marcados pelo aumento na capacidade de produção anunciada de hidrogênio de baixa emissão em todo o mundo e pela adoção de uma série de novas políticas em diferentes países.

De acordo com a IEA (2023b), a produção anual de hidrogênio de baixas emissões pode chegar a 38 Mt em 2030, se todos os projetos anunciados forem realizados. Todavia, apenas 4% dessa produção potencial tomou pelo menos uma Decisão Final de Investimento (FID, a sigla em inglês), sendo que a China responde por mais de 40% dos projetos de eletrólise que chegaram ao FID globalmente.

Por se tratar de uma indústria nascente, muitos dos projetos tendem a enfrentar desafios e barreiras, com destaque para:

- i. Dificuldades financeiras, especialmente considerando a necessidade de garantia de financiamento e contratos com *offtakers* de H2V ou derivados;
- ii. Variações conjunturais da economia, como incertezas e instabilidades macroeconômicas, inflação de custos e, conseqüente, aumento do custos para o desenvolvimento de projetos de hidrogênio e energias renováveis durante 2023;
- iii. Questões político-regulatórias, como apoio governamental, ambiente de negócios e instabilidade política, os quais levam a incertezas que determinam adiamentos ou atrasos de projetos;
- iv. Questões técnico-operacionais, dada a necessidade de avanço no aprendizado desta nova tecnologia nas etapas de operação e manutenção, de estabelecimento de uma cadeia consolidada de fornecedores e pós-venda, assim como de atendimento a métricas específicas dos projetos; e
- v. Custo de produção e comercialização, os quais são influenciados ainda por diferentes fatores, como os custos dos recursos renováveis locais, eletrolisadores, disponibilidade e custos de acesso a insumos críticos, estrutura e consumo industrial, atratividade do investimento na região, infraestrutura existente e aceitação pública local.

Vale ainda ressaltar que o apoio financeiro, como esquemas de Contratos por Diferença (CfD, na sigla em inglês) e incentivos fiscais, estão se tornando um componente cada vez mais presente entre os países que lideram o cenário de ampliação da capacidade produtiva de H2V. Adicionalmente, a busca acirrada para a redução de custos dos eletrolisadores tem priorizado a procura por fornecedores mais competitivos, como os chineses. Caso esta tendência se consolide, a China se tornará um dos maiores produtores mundiais de eletrolisadores, obtendo como vantagem fortes economias de escala, à semelhança do que ocorreu com a indústria de painéis solares fotovoltaicos.

No âmbito nacional, o Brasil se destaca por ser dotado de um potencial abundante de energia renovável, uma rede integrada de transmissão e distribuição de energia elétrica e vantagens geográficas e de infraestrutura para exportação para a Europa, além de um potencial de demanda de H2V pela indústria doméstica. Nesta direção, merecem destaque dois princípios do Plano Nacional de Hidrogênio (PNH2), que consistem em estimular tanto o desenvolvimento de um mercado competitivo, considerando o potencial de demanda interna, quanto a exportação de hidrogênio, tendo em vista a evolução dos custos e riscos nos horizontes de curto, médio e longo prazos.

Destaca-se que o Brasil possui as condições ideais para a produção da energia renovável necessária para impulsionar e garantir a transição para uma economia de baixo carbono, em função, e vale a pena reiterar, da sua grande oferta de energia renovável, baixos custos marginais e um potencial de produção muito além do que o mercado doméstico pode absorver.

Consciente do potencial do H2V no País, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), usando o principal instrumento de inovação tecnológica do Setor Elétrico Brasileiro, o Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Aneel, aprovou a Chamada Estratégica nº 23/2024, a fim de atrair investidores do setor elétrico e de outros setores e utilizar os recursos a fundo perdido do Programa para o desenvolvimento de projetos de H2V. Desta forma, a Chamada busca estimular novos desenhos de modelos de negócio, assim como incentivar o desenvolvimento de tecnologias e soluções nacionais para esta indústria nascente no Brasil.

Em suma, dado o potencial que o Brasil detém em termos de recursos renováveis e de um sistema interligado de redes de transmissão de dimensão continental, destaca-se a Chamada Estratégica da Aneel como uma grande oportunidade para que as empresas do setor elétrico, em parceria com empresas de outros setores, em especial de consumidores de H2V, possam se posicionar de forma competitiva no mercado desta nova commodity, estimulando o desenvolvimento do mercado consumidor local de H2V e seus derivados no contexto de reindustrialização verde e, concomitantemente, preparando a indústria nacional para o mercado de exportação.

**(1) Artigo publicado pelo Broadcast Energia. Disponível em:**

**<https://energia.aebroadcast.com.br/tabs/news/747/47890993>. Acesso em 21 de março de 2024.**

**(2) Nivalde de Castro é professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador geral do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (Gesel).**

**(3) Luiza Masseno Leal é pesquisadora plena do Gesel e doutoranda em Economia – UFF.**

**(4) Vinícius José da Costa é pesquisador do Gesel e mestrando em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento – UFRJ.**