

Aplicações do Hidrogênio Verde no Brasil¹

Nivalde José de Castro²

Sayonara Andrade Eliziário³

Jéssica Luisa Alves do Nascimento⁴

A partir das tensões provocadas pela guerra entre Rússia e Ucrânia, a segurança do suprimento energético de países altamente dependentes da importação de combustíveis fósseis ganhou maior relevância na pauta estratégica do planejamento do setor de energia. Os cortes de fornecimento de gás da Rússia e a decisão da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) referentes à redução na oferta de petróleo resultaram no aumento dos preços de energia.

Neste novo contexto mundial, os países membros da União Europeia estabeleceram, como prioridade as políticas para reduzir a dependência da importação da Rússia, ao mesmo tempo que definem ações estratégicas para a diversificação acelerada das matrizes energéticas em direção às fontes renováveis. Os principais objetivos da nova política energética podem ser resumidos em: evitar riscos de desabastecimento de energia que obriguem medidas drásticas de racionamento; mitigar os impactos dos preços altos de energia que estão determinando taxas elevadas de inflação; e prioridade máxima de ampliação das fontes renováveis na matriz energética.

Deste último objetivo estratégico, o hidrogênio de baixo carbono é visto como a alternativa mais consistente para reduzir o consumo de carvão, petróleo e gás, exigindo investimentos vultosos que vão resultar na criação do mercado mundial desta nova commodity. Neste sentido, abrem-se oportunidades para países que

¹ Artigo publicado no Portal de Hidrogênio Verde da Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha (AHK) - cooperação entre a Aliança Brasil Alemanha para o Hidrogênio Verde e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ).

² Professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador do GESEL - Grupo de Estudos do Setor Elétrico

³ Professora da Universidade Federal da Paraíba e pesquisadora associada do GESEL

⁴ Doutoranda de Engenharia da Universidade Federal da Paraíba

apresentem vantagens competitivas em relação às fontes de energias renováveis, como solar e eólica.

O Brasil se enquadra como exemplo de destaque, pois detém condições excepcionais para se tornar um grande produtor mundial de hidrogênio verde (H2V). Em primeiro lugar destaca-se o processo de descarbonização dos setores industriais de difícil eletrificação com destaque para o uso de H2V como insumo em indústrias de fertilizantes, siderurgia, cimento e petroquímica. Em segundo, o aproveitamento do potencial de produção de energia solar e eólica, estimulando o desenvolvimento de tecnologias no Setor Elétrico Brasileiro (SEB), e busca de maior eficiência energética que induzam à diminuição de custos de produção do H2V. Em terceiro, destaca-se possibilidade concreta do Brasil criar uma cadeia de valor para a produção do H2V, análoga à indústria de autopeças que se desenvolveu no Brasil a partir do Plano de metas de 1955. O desenvolvimento de recurso humano qualificado, com diferentes habilidades e qualificações é vetor importante dada a dimensão demográfica do Brasil; e por fim, no médio prazo as possibilidades do Brasil se tornar um grande exportador de hidrogênio para países com menor potencial de produção, como é o caso dos países da União Europeia. Estas oportunidades são o foco analítico do presente artigo.

Diversas indústrias visam a descarbonização com a utilização do H2V e de baixo carbono, cujo uso pode variar de acordo com o segmento industrial. Como exemplo, pode-se citar os setores de fertilizantes, refino e aço, que atualmente já consomem hidrogênio cinza em grande escala. Outros setores que apresentam grande potencialidade na aplicação do hidrogênio sustentável são os que consomem gás natural e carvão, incluindo o vegetal, em processos de queima em fornos e aquecedores, como metalúrgicas, siderúrgicas, indústria cerâmica, de vidro e de cimento.

Especificamente no setor de transporte (aviação, marítimo e de carga), a utilização do hidrogênio verde apresenta um grande potencial. Observa-se o grande esforço de projetos de P&D em firmarem novas rotas tecnológicas em todas as vertentes da mobilidade. No setor marítimo, verifica-se que, atualmente, o foco está no uso de hidrogênio, metanol e amônia verdes. No transporte rodoviário, o hidrogênio é uma das duas alternativas mais promissoras em substituição à gasolina e ao óleo, juntamente como a eletricidade. Assim, enquanto os veículos de passageiros elétricos à bateria dominam a atenção do setor, ônibus, caminhões, tratores e empilhadeiras a células a combustível movidos a hidrogênio apresentam cenários crescentes de viabilidade econômica.

Dessa forma, as aplicações do H2V na indústria brasileira tendem a priorizar desde o uso energético até a sua utilização como insumo para produção de outros

produtos de grande valor econômico. Ademais, o desenvolvimento e a implantação de tecnologias para novos usos finais de hidrogênio, incluindo os setores de difícil descarbonização, devem ocorrer em paralelo, com oferta de linhas específicas de financiamento e a precificação do carbono, o que irá impulsionar a produção de H2V no país.

Nas refinarias, o processo de refino já é utilizado há muito tempo para a produção de combustíveis como gasolina e diesel, com uma demanda que representa mais do 90% do consumo de hidrogênio cinza no Brasil. Contudo, este processo de produção do hidrogênio está atrelado ao uso do gás natural, através da reforma a vapor do metano, o que resulta em fatores de emissão elevados, indicando ser este um potencial mercado para o consumo de H2V.

Outro grande potencial mercado consumidor de hidrogênio é a produção de fertilizantes nitrogenados à base de amônia. A produção de amônia, através do processo de Haber Bosch, utiliza o gás natural como matéria prima. No entanto, o preço do gás natural de origem brasileira é alto em comparação com os valores internacionais, dificultando a competitividade da produção brasileira de fertilizantes com produtos importados. De acordo com o *Global Hydrogen Review 2022*, estima-se que, para produzir uma tonelada de amônia, são necessários cerca de 180 quilos de hidrogênio. Um exemplo do potencial deste novo mercado foi dado pela Unigel com a construção de sua primeira planta de H2V, no polo petroquímico de Camaçari (BA). A meta é iniciar a produção em 2023 de 60 mil toneladas de amônia verde.

Merece ser destacada a possibilidade de produção de amônia a partir de H2V em localidades próximas aos chamados cinturões agrícolas, numa lógica de geração distribuída de hidrogênio, ou seja, produção para atender demandas locais e pontuais. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a produção distribuída de hidrogênio, em pequena escala, através de usinas modulares, na mesma localidade ou próximas a produtores de fertilizantes, é uma solução que ganha força mundialmente.

No que se refere à indústria siderúrgica, segundo o *World Steel 2021*, o Brasil é o nono maior produtor de aço do mundo. E esta indústria enfrentará o desafio da descarbonização para manter competitividade na economia verde. O processo de redução do ferro, que utiliza majoritariamente o coque (subproduto da redução do carvão mineral) e, em alguns casos, o carvão vegetal é um forte emissor de CO₂. O processo de produção do coque envolve a carbonização do carvão a temperaturas da ordem de 1.100°C, em uma atmosfera deficiente em oxigênio, levando à emissão de CO₂ no meio ambiente. Deste modo, substituir o coque pelo hidrogênio é uma rota tecnológica promissora para a produção do ferro esponja, no qual o hidrogênio atuaria como fonte de energia e agente redutor do minério de ferro, diminuindo,

também, a temperatura do sistema, visto que para utilizar o coque são necessárias altas temperaturas.

Frente às condições competitivas do Brasil, o desenvolvimento da indústria do H2V vem ganhando prioridade dos agentes econômicos e governamentais. Um exemplo do esforço de analisar estratégias e soluções para esta nova indústria eletrointensiva foi o evento *Green Hydrogen Application Summit*, promovido pela AHK em outubro, no Rio de Janeiro, onde qualificados especialistas se reuniram para analisar e debater temáticas sobre H2V e suas aplicações industriais.

Um tema central foi como as indústrias estão se comprometendo para atingir as metas de descarbonização. Por exemplo, Titus Shaar expôs os planos da TERNIUM, produtora de aço, para aplicar H2V nos fornos da empresa com ganhos energéticos e ressaltou os esforços de descarbonização da companhia. Ludmila Nascimento detalhou os projetos da Vale para eletrificação da frota de caminhões utilizando H2V, além dos planos para trens e embarcações marítimas e o enriquecimento do minério com ganhos energéticos de 10%, com o intuito de reduzir em cerca de 33% das emissões de CO₂ até 2030. O presidente da MAN, Jeans Huren, apresentou a linha de produtos da fabricante de equipamentos alemã dedicada ao H2V.

Outros pontos abordados durante o evento foram os avanços da Yara no Brasil, principalmente na utilização do biometano e do H2V em Cubatão, no estado de São Paulo, e seus projetos de otimização energética no âmbito mundial. Também foram apresentadas as iniciativas da Lufthansa para as metas de descarbonização e a redução da pegada de carbono em seus voos, através das colaborações de passageiros e programa de compensação.

Por fim, nota-se que muitos esforços estão sendo realizados, no Brasil e no mundo, para inserir o H2V em novos mercados e substituir o mercado de hidrogênio cinza, altamente emissor. Deste modo, novas oportunidades são vislumbradas e entende-se que o papel que os países irão assumir nas futuras cadeias de valor do hidrogênio verde depende não só das suas dotações de recursos, mas também do posicionamento atual nos mercados de hidrogênio e da relação econômica dos seus setores industriais com aplicações do H2V. O Brasil, por sua vez, apresenta vantagens competitivas dada sua dimensão continental, seu sistema de redes de transmissão em alta tensão integrado em todo o território nacional, seu imenso potencial de energia eólica e solar, sua infraestrutura robusta de logística e portos, bem como ter duas agências reguladoras – ANEEL e ANP - com autonomia e atentas às inovações regulatórias necessárias para dar viabilidade econômica e financeira para o desenvolvimento da cadeia produtiva do H2V.