

## ***Hubs* de hidrogênio verde e perspectivas para as diferentes regiões do Brasil**

Nivalde de Castro<sup>1</sup>  
Luiza Masseno Leal<sup>2</sup>  
Vinícius José da Costa<sup>3</sup>

Os *hubs* de hidrogênio verde (H2V) consistem em centros geográficos que envolvem uma cadeia de atividades de produção, transporte, entrega e uso final de hidrogênio em aplicações em diferentes setores produtivos, com o objetivo de a partir de unidades produtivas de H2V atender dois tipos de demanda: (i) do mercado interno, seja no *hub* ou em indústrias localizadas em outros sítios e (ii) para exportação. Deste modo, os *hubs* são ecossistemas locais ou regionais que integram produtores e consumidores de hidrogênio, foco analítico do presente artigo. Essa estratégia de criação de *hubs* permite otimizar os custos de produção, armazenamento, transporte e consumo local ou exportação em função das externalidades econômicas de escala e geográfica.

A formação dos *hubs* envolve a participação de diversos *stakeholders*, entre os quais destacam-se as empresas do setor elétrico, logística, segmentos industriais (destaque para siderurgia, fertilizantes e refinarias), entidades governamentais, entidades reguladoras, universidades e institutos de pesquisa.

Diante do alto volume de investimentos necessários para a consolidação da indústria nascente do H2V e para seu desenvolvimento, há uma tendência clara de financiamento misto dos projetos, com parcerias entre os setores público e privado. No estudo *Hydrogen hubs: Insights into the emerging hydrogen economies around the world*, aponta-se que, atualmente, os *hubs* estão se inclinando para três diferentes configurações, sintetizadas no Quadro 1.

---

<sup>1</sup> Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL).

<sup>2</sup> Pesquisadora do GESEL e da Instituição de Ciência, Tecnologia e Inovação Rede de Estudos do Setor Elétrico (ICT RESEL).

<sup>3</sup> Pesquisador Júnior do GESEL.

## Quadro 1

Três configurações dos *hubs* de hidrogênio em função das escalas de produção

Escala	Organização
Pequena Escala	<ol style="list-style-type: none"><li>i. Projetos locais de produção de H2V que atendem a aplicações de mobilidade, especialmente frotas de ônibus, carros, caminhões, etc.</li><li>ii. Principalmente liderados por iniciativas público-privadas.</li></ol>
Média Escala	<ol style="list-style-type: none"><li>i. Projetos locais de produção de hidrogênio (verde ou azul) centrados em um ou dois grandes consumidores como “carga âncora” (indústria ou setor energético como refinarias) e consumidores menores de mobilidade como complemento.</li><li>ii. Aproveitamento da infraestrutura existente ao redor de plantas industriais, frequentemente substituindo o fornecimento de hidrogênio cinza.</li><li>iii. Principalmente liderados pelo setor privado.</li></ol>
Grande Escala	<ol style="list-style-type: none"><li>i. Projetos de grande escala com produção de baixo custo de hidrogênio (verde ou azul), com o objetivo final de transporte a longas distâncias para grandes consumidores no exterior, mas geralmente começando com fornecimento local.</li><li>ii. Foco na conexão de oferta e demanda internacionalmente.</li><li>iii. Principalmente liderados pelo setor privado.</li></ol>

Fonte: Elaboração própria derivado de *Publications Office of the European Union* (2021).

O crescimento do novo mercado de H2V no Brasil apresenta o potencial de atrair investimentos, gerar empregos locais e promover a transferência de tecnologia e conhecimento para o país. Do ponto de vista regional, as condições estratégicas favoráveis para a produção e comercialização de H2V devem-se à posição geográfica, disponibilidade de infraestrutura, recursos naturais e energéticos e mercado consumidor. Tais condições explicam, em grande parte, o protagonismo da Região Nordeste como um potencial *hub* de H2V no país. No entanto, outras regiões também apresentam potencial e, de forma mais tímida, sinalizam o interesse e posicionamento dos diferentes *stakeholders* do setor.

Segundo o estudo Senai RN (2023), o Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia são estados que potencialmente terão, no Brasil, o menor custo de produção de H2V em função, principalmente, do custo e disponibilidade de áreas. De acordo com os resultados da pesquisa, dependendo do modelo de negócio adotado, o custo de produção no país está estimado entre US\$ 2 e 7 por quilo de hidrogênio para produção em grande escala.

No âmbito da infraestrutura logística, o Nordeste também se destaca favoravelmente para a exportação do H2V, pela existência de portos oceânicos estratégicos, que possibilitam o acesso facilitado ao mercado consumidor internacional, com destaque para o continente europeu. Na região, destacam-se os portos e polos industriais de Pecém (CE), Suape (PE) e Camaçari (BA), com

indústrias já desenvolvidas e condições de localização favoráveis. Nesses locais, o desenvolvimento de *hubs* de H2V têm uma efetiva e concreta possibilidade de desenvolvimento criando infraestruturas integradas, garantindo bases competitivas de produção e fornecimento de hidrogênio renovável de forma eficiente e sustentável. Além disso, o papel do Nordeste na produção e potencial de geração de energias renováveis é um diferencial que garante maior protagonismo regional no cenário de produção de H2V.

O polo do Ceará, centrado no porto de Pecém, é um exemplo concreto das possibilidades e potencial de se tornar o mais importante *hub* do Brasil. Em grande parte, esta possibilidade deve-se à ação do governo estadual que foi o estado precursor, ao firmar acordo de cooperação com a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (Fiec), a Universidade Federal do Ceará (UFCE) e o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIP) para desenvolver o *hub* de H2V. Esta é uma ação integrada de política pública com articulação forte entre empresas, poder público, entidades representantes das indústrias e Academia.

Neste contexto, destaca-se a iniciativa pioneira do projeto “Pecém H2V – EDP”, que ao inaugurar a primeira planta piloto de H2V da América Latina, com capacidade de produção de 250 Nm<sup>3</sup>/h de hidrogênio. Desta forma, a EDP e os agentes do Estado do Ceará vão produzir experiências e conhecimentos em todos os elos da cadeia de valor do H2V. O projeto tem como objetivo geral o desenvolvimento de um *roadmap* com a análise de cenários de escalabilidade da produção de hidrogênio, com garantia de origem renovável. A iniciativa pioneira é do grupo EDP, que usou parte dos recursos do Programa de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) da ANEEL, e foi coordenado pelo Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), em parceria com o Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI).

Além deste projeto piloto que colocou o Ceará e o porto de Pecém na vanguarda do processo de criação da indústria nascente, atualmente, cerca de 30 empresas, a maioria internacional e de diferentes atividades, firmaram memorandos de entendimento com o governo do Ceará e o porto de Pecém. Desse total, três evoluíram para pré-contratos de implantação que totalizam uma estimativa de US\$ 8 bilhões em investimentos até 2030 (Movimento Econômico, 2023). Estes três projetos somam 8 GW em capacidade de eletrólise para produzir 1,3 milhão de toneladas de H2V por ano. A expectativa é de que a produção comercial tenha início em 2025 ou 2026. Além disso, destaca-se que para o projeto do *hub*, o Porto do Pecém e o Porto de Roterdã, na Holanda, configuraram uma rota de exportação de H2V mais próxima entre a América do Sul e a Europa. Em 2030, com a produção estimada, o Complexo do Pecém possui o potencial para atender 25% da demanda de importação de Roterdã.

Na Bahia, o Polo Industrial de Camaçari, o maior complexo industrial integrado do hemisfério sul, também busca atrair projetos de H2V. Como resultado, a Unigel anunciou investimentos na primeira usina de H2V do país

em grande escala, localizada em Camaçari. A fábrica de hidrogênio terá investimentos em três fases. Na primeira etapa do projeto, já em construção, a empresa realizará o aporte de US\$ 120 milhões. Ao todo, o projeto conta com projeções que chegam a US\$ 1,5 bilhão. A planta tem previsão inicial de produção de 10.000 toneladas/ano de H2V para produzir 60.000 toneladas/ano de amônia verde e será entregue até o final de 2023. De acordo com a empresa, até 2027, a capacidade instalada será de 100 mil toneladas anuais de H2V (Unigel, 2023).

Em Pernambuco, a iniciativa TechHub Hidrogênio Verde se concentra no porto de Suape, é liderada pela CTG Brasil e pelo Senai, em parceria com o governo estadual, e visa a implementação de projetos focados em produção, transporte, armazenamento e gestão de H2V. Estimativas iniciais indicam que, até 2027, Suape deve receber R\$ 38,6 bilhões em empreendimentos, que se somarão a 224 empresas atualmente instaladas no complexo (Valor Econômico, 2022).

Além da Região Nordeste, outros locais do Brasil também estão buscando a formação de projetos de *hubs* de H2V. Um exemplo é o Porto do Açu, localizado em São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro. O porto apresenta grande potencial de se tornar um *hub* de H2V, com parcerias ainda em fase de negociação com grandes *players* do mercado mundial, buscando licenciamento de 1,2 MM m<sup>2</sup> para um *hub* de H2V. Desde 2021, juntamente com a Fortescue Future Industries, vigora um memorando de entendimento para estudar a viabilidade da construção de uma usina de H2V de 300 MW no local (Codin, 2021).

O Governo do Paraná também incluiu o hidrogênio em seu plano estratégico de grandes projetos estruturais (Paraná, 2023). Com foco no médio e longo prazo, o governo está buscando criar um ambiente propício para o desenvolvimento de projetos de H2V, envolvendo empresas como Copel, Sanepar, Parque Tecnológico de Itaipu (PTI) e Invest Paraná.

Neste sentido e direção, a título de conclusão, o Brasil possui significativas oportunidades para o rápido desenvolvimento econômico e tecnológico da indústria de H2V. Estas possibilidades estão diretamente associadas ao processo de descarbonização da economia global, a fim de promover um futuro mais sustentável. O exemplo do governo do Ceará que conseguiu articular as forças produtivas da indústria e da academia para firmar uma política pública direta e objetiva, focada na criação do *hub* do porto de Pecém é um exemplo a ser seguido. Em especial por já apresentar um resultado concreto dado pelo investimento do grupo EDP na primeira planta de H2V da América Latina.

## **Referências:**

CODIN, Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro (2021). Construção de usina de hidrogênio verde no Porto do Açú no Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.codin.rj.gov.br/post/construção-de-usina-de-hidrogênio-verde-no-porto-do-açu-no-rio-de-janeiro>.

CRS, Congressional Research Service (2022). Hydrogen Hubs and Demonstrating the Hydrogen Energy Value Chain. CRS, 24 out. 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47289>.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2021). Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 - Revisão após a CP4. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031\\_RevisaoPosCP\\_rvFinal\\_v2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031_RevisaoPosCP_rvFinal_v2.pdf).

Movimento Econômico (2023). Pecém moderniza sua estrutura para acomodar hub de hidrogênio verde. Movimento Econômico, 18 jun. 2023. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/economia/portos/2023/06/18/pecem-moderniza-sua-estrutura-para-acomodar-hub-de-hidrogenio-verde/>.

Paraná (2023). Governo começa a desenhar caminho para tornar Paraná hub de hidrogênio verde. Agência Estadual de Notícias do Paraná, 13 jan. 2023. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Governo-comeca-desenhar-caminho-para-tornar-Parana-hub-de-hidrogenio-verde>.

Publications Office of the European Union (2021). Hydrogen Valleys Insights into the emerging hydrogen economies around the world. Março 2021. Disponível em: <https://h2v.eu/media/7/download>.

SAE BRASIL (2022). Mapeamento de Cadeias de Mobilidade: Plano Nordeste Potência. Disponível em: <http://arquivos.saebrasil.org.br/2022/SAE4mobility/Mapeamento-de-Cadeias-de-Mobilidade-Plano-Nordeste-Potencia.pdf>.

Senai RN (2023). RN, Bahia e Ceará terão menor custo no Brasil para produção de hidrogênio verde, aponta ISI-ER. Senai RN, 24 mar. 2023. Disponível em: <https://www.rn.senai.br/rn-bahia-e-ceara-terao-menor-custo-no-brasil-para-producao-de-hidrogenio-verde-aponta-isi-er/>.

Unigel (2023). Com investimento total de US\$ 1,5 bilhão, Bahia terá primeiro projeto de hidrogênio verde em escala industrial no Brasil. Unigel, 18 de jan. 2023. Disponível em: <https://www.unigel.com.br/com-investimento-total-de-us-15-bilhao-bahia-tera-primeiro-projeto-de-hidrogenio-verde-em-escala-industrial-no-brasil/>.

Valor Econômico (2022). Nordeste concentra principais projetos. Valor Econômico, 30 nov. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/suplementos/noticia/2022/11/30/nord-este-concentra-principais-projetos.ghtml>.