

## Neoindustrialização verde no Brasil e o desenvolvimento das tecnologias de hidrogênio e captura de carbono<sup>1</sup>

Nivalde de Castro<sup>2</sup>

Luiza Masseno<sup>3</sup>

Kalyne Brito<sup>4</sup>

O processo de powershoring se constitui como uma alavanca para a neoindustrialização verde em países da América Latina, com especial posicionamento estratégico do Brasil em função da dimensão do setor elétrico e do parque industrial, neste momento que o governo federal está criando estrutura política para coordenação das inúmeras ações e propostas de diferentes ministérios e propostas de Projetos de Lei no Congresso Nacional.

De acordo com Banco de Desenvolvimento da América Latina, o powershoring apresenta como conceito central o fato de que a mudança climática e fatores geopolíticos, tais quais as Guerras da Ucrânia e de Gaza, abriram uma janela de oportunidade para países que detenham vantagens comparativas em reservas potenciais de recursos renováveis, capazes de produzir energia elétrica verde e, assim, atrair investimentos de grandes grupos econômicos interessados em construir plantas manufatureiras intensivas em energia vinculadas a compromisso de descarbonização.

Neste contexto internacional, o processo de neoindustrialização verde é de fundamental importância estratégica para o Brasil e deve atender dois objetivos gerais:

---

<sup>1</sup> Artigo publicado no Valor Econômico. Disponível em: <https://valor.globo.com/opiniao/noticia/2024/09/02/neoindustrializacao-verde-no-brasil-e-o-desenvolvimento-das-tecnologias-de-hidrogenio-e-captura-de-carbono.ghtml>. Acesso em: 02 de set. de 2024.

<sup>2</sup> Professor do Instituto de Economia da UFRJ e Coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL-UFRJ).

<sup>3</sup> Pesquisadora Plena do GESEL-UFRJ.

<sup>4</sup> Pesquisadora Associada do GESEL-UFRJ.

1. Reduzir a descarbonização de suas cadeias produtivas a níveis aderentes às metas relacionadas ao Acordo de Paris e suas constantes e mais criteriosas atualizações; e
2. Estabelecer um posicionamento estratégico como protagonista na exportação de produtos verdes de alto valor agregado para o mercado global.

No âmbito do primeiro objetivo, vale ressaltar que o alcance das metas climáticas requer uma transformação do sistema energético, na qual em especial o hidrogênio verde (H2V) e, em menor grau, a tecnologia de captura, armazenamento e utilização de carbono (CCUS) irão desempenhar um papel-chave. Ambas são vistas como tecnologias essenciais para a descarbonização da indústria pesada, como siderurgia, indústria química, cimento e outras, e para atingir as metas de neutralização das emissões até 2050.

Em relação ao segundo objetivo, busca-se a consolidação de novos modelos de negócio, com o objetivo de prover a preservação e competitividade das commodities e dos produtos industrializados nacionais no contexto global. Além disso, um posicionamento estratégico brasileiro pode impulsionar a ampliação de investimentos estrangeiros e nacionais em toda a cadeia de produção de produtos, como o H2V e derivados, e em plantas de energia renovável, até a infraestrutura de transporte e uso final, impactando positivamente a geração de emprego e de renda.

No âmbito do mercado interno, o desenvolvimento da cadeia produtiva de H2V tem um potencial concreto e competitivo para aplicação em diferentes setores da economia, como refino, siderurgia, energia, fertilizantes, alimentos, dentre outros. No entanto, apesar desse imenso potencial para diferentes aplicações, o H2V não será capaz de descarbonizar integralmente todos os segmentos industriais. Na indústria de cimento, por exemplo, 60% das emissões do setor estão relacionadas à calcinação do calcário e 40% é proveniente do uso de combustíveis fósseis (CNI, 2022). Assim, a substituição dos combustíveis fósseis por H2V nessa indústria reduziria, no máximo, 40% das emissões de CO<sub>2</sub> do setor. Portanto, outras tecnologias precisariam ser utilizadas para se atingir uma redução maior, e entre elas, deve-se destacar a tecnologia de CCUS (carbon capture, utilisation and storage).

No caso da indústria de refino, o H2V poderá ser utilizado especialmente em dois processos químicos, o hidrotreatamento e o hidrocrackeamento catalítico, garantindo, também, uma redução limitada das emissões. Portanto, para essas indústrias (refino e cimento), a integração do H2V e da CCUS seria mais efetiva e concreta para diminuir as emissões de gases de efeito estufa.

Diante deste enquadramento analítico, destaca-se, com a devida ênfase, a possibilidade de utilização do H2V e da CCUS para evitar que imensos ativos das indústrias vinculadas aos combustíveis fósseis e de outras cadeias de refino fiquem ociosos e sujeitos a custos afundados e não recuperáveis, em função da

dinâmica do processo de transição energética, que tem como meta prioritária a descarbonização. Assim, será possível garantir a operação dessas indústrias tradicionais por mais tempo e com uma maior redução das emissões de carbono. Por outro lado, a integração dessas tecnologias pode favorecer a criação de novos modelos de negócio de produção de metanol, gasolina e combustíveis sustentáveis de aviação - produtos que combinam H2V e carbono - em hubs industriais.

No entanto, vale ressaltar que, apesar da relevância das tecnologias para a transição energética, o desenvolvimento de suas cadeias produtivas e de seus mercados consumidores enfrenta alguns desafios. Em Sovacool et al. (2024), são apresentados os principais benefícios e desafios para a implementação integrada do H2V e CCUS, sintetizados no Quadro 1.

Assim, apesar dos benefícios, ambas as tecnologias ainda têm um alto custo de implementação e enfrentam incertezas quanto ao mercado futuro (Sovacool et al., 2024; Rodrigues, 2023; IEA, 2023). Além disso, o desenvolvimento das tecnologias requer a implementação de um arcabouço-legal e regulatório para aumentar a segurança jurídica, de modo a estimular e viabilizar os investimentos privados em novos projetos.

A implementação de políticas públicas que viabilizem mecanismos de taxação e créditos de carbono é um fator-chave para o desenvolvimento dessas tecnologias, uma vez que pode tornar os custos de implementação do H2V e da CCUS mais competitivos. Outro fator que irá contribuir para a redução dos custos são os ganhos de economias de escala e escopo, através da implantação de hubs industriais. Deste modo, não apenas os custos seriam reduzidos como também seria possível maximizar benefícios econômicos e sociais de ambas as tecnologias e minimizar os riscos e desafios para o desenvolvimento dos dois mercados.

## **Referências**

CNI - Confederação Nacional da Indústria (2022). **Hidrogênio sustentável: Perspectivas e potencial para a indústria brasileira.**

IEA - International Energy Agency (2023). **Global Hydrogen Review 2023.**

Rodrigues, H. (2023). **The carbon capture, utilization and storage (CCUS) market: will it finally take-off?** IDTechEX Research.

Sovacool, B. K. et al. (2024). **Reconfiguring European industry for net-zero: A qualitative review of hydrogen and carbon capture utilization and storage benefits and implementation challenges.** Energy & Environmental Science.