

Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 5 - Edição 70 / Maio-Junho de 2023



Atitude.editorial

Capítulo IV Hidrogênio verde na transição para a indústria de carbono-zero no Brasil

APOIO





FASCÍCULO HIDROGÊNIO VERDE

Por: *Exedito Parente Jr**

Capítulo IV

HIDROGÊNIO VERDE NA TRANSIÇÃO PARA A INDÚSTRIA DE CARBONO-ZERO NO BRASIL

32

1 - HIDROGÊNIO VERDE – TODO ENTUSIASMO SE JUSTIFICA

Mais de 30 países lançaram nos últimos três anos suas estratégias de produção e uso de hidrogênio verde. E esse número cresce rapidamente. Quase três dezenas de empresas de grande porte formalizaram interesse em produzir hidrogênio verde e derivados no Brasil, representando investimentos de dezenas de bilhões de reais. Além de seu apelo ambiental, o hidrogênio verde tem fortes atributos econômicos. Um estudo do final de 2021 da consultoria McKinsey projeta investimentos de 200 bilhões de dólares nos próximos 20 anos no Brasil e receitas anuais da ordem de 10 a 15 bilhões de dólares em 2040.

O Brasil tem atraído muitos investidores por apresentar uma combinação atípica de muitas vantagens: qualidade, intensidade e complementaridade do nosso vento e Sol, e uma vantagem locacional tão importante para um gás com complexidades técnicas no transporte.

É de se esperar que a economia de escala dos eletrolisadores para produção de hidrogênio verde será ainda mais acentuada ao longo dos próximos anos que o que se experimentou na energia eólica e solar. Estudos estimam que em dez anos, o Brasil tenha potencial para produzir hidrogênio verde abaixo de dois dólares por quilo, que é o custo médio do hidrogênio tradicional, podendo chegar até menos de um dólar por quilo até 2050, tornando-o não só uma alternativa de carbono-zero, mas também uma fonte de energia econômica.

A indústria de hidrogênio deverá produzir ainda um conjunto de externalidades com impactos socioeconômico e ambiental relevantes, tais como a geração de empregos diretos e indiretos, economia de divisas com a importação evitada de combustíveis, créditos de carbono, redução dos gastos com saúde pública devido a internações e óbitos associados à poluição, atração e dinamização de indústria de derivados.

Um programa de renda inclusiva a partir de geração distribuída de energia renovável para a indústria de hidrogênio verde poderá conferir um atributo social e ser uma atitude estratégica, inteligente e responsável.

2 - HIDROGÊNIO VERDE - VETOR DA DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

O desenvolvimento da nascente indústria do hidrogênio verde faz parte de um movimento global de descarbonização gradual da economia como tentativa de conter os efeitos das mudanças climáticas no planeta causadas por emissões de gases de efeito estufa (GEE). O Brasil é um dos países que mais emitem GEE. Segundo o Inventário Nacional de Emissões dos Gases de Efeito Estufa, em 2016, ano da última avaliação, as emissões brasileiras totalizaram 1,47 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente. A indústria contribuiu com 275 milhões de toneladas de CO₂eq, ou 19%, tendo crescido a um ritmo médio de 2,7% a.a. nos 25 anos anteriores.

A União Europeia, o Reino Unido, os Estados Unidos, entre outras nações industrializadas comprometeram-se com a ousada meta de ter suas indústrias neutras em carbono em 2050. Esforço análogo deve ser empreendido pelo Brasil, motivado por manter seu protagonismo como referência mundial com uma matriz energética segura, diversificada e predominantemente renovável. Trata-se de um desafio transversal que exige ações coordenadas em todos os setores da sociedade. A descarbonização da indústria não é apenas uma necessidade ambiental, mas também uma oportunidade para a inovação, o desenvolvimento de negócios e geração de renda.

A Figura 1 apresenta a estratificação das emissões de GEE industriais, cuja discussão será aprofundada adiante.

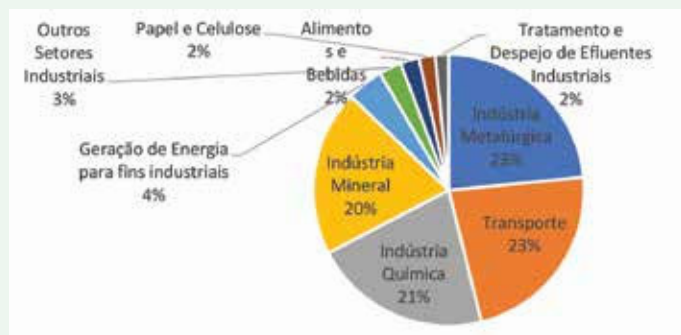


Figura 1 – Participação dos setores industriais nas emissões de GEE da indústria brasileira em 2016.

Fonte: elaboração própria, com dados do Inventário Nacional de Emissões dos Gases do Efeito Estufa.

3 - HIDROGÊNIO E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE METALÚRGICA

A indústria metalúrgica compreende todas as atividades industriais relacionadas à produção de metais e ligas metálicas. É o setor industrial de maior contribuição nas emissões de GEE no Brasil. São responsáveis por 28% do consumo energético industrial e 24% das emissões industriais totais de GEE. O subsector de maior relevância é na produção de ferro e aço, que representa 79% das emissões do setor metalúrgico. O carvão mineral representa 66% da fonte de energia na indústria metalúrgica brasileira, seguido por 16% da biomassa e 10% da eletricidade.

Pelo menos 95% das emissões de CO₂ na produção de ferro e aço surgem em dois processos principais: redução química do minério de ferro para ferro e geração da energia térmica para conduzir os processos siderúrgicos. A redução de óxido de ferro em ferro é realizada pela reação com carvão mineral e ocorre tradicionalmente em altos-fornos, produzindo o ferro-gusa. O ferro-gusa é então refinado com a adição de oxigênio para produzir o aço, liberando mais gás carbônico. Alternativamente o minério de ferro pode ser processado por uma rota tecnológica mais moderna e sustentável, a DRI – Direct Reduction Iron. Nesse processo, o minério de ferro é reduzido diretamente em fornos com gás natural, sem a necessidade de passar pelo alto-forno. O EAF ou Forno a Arco Elétrico é um terceiro tipo de forno utilizado para produzir aço, só que a partir de sucata e outros materiais de ferro. Neste processo, a sucata é fundida usando a energia elétrica gerada pelo arco elétrico, que é formado entre os eletrodos e a sucata dentro do forno.

No Brasil, o gás natural representa apenas 8% da fonte de energia deste setor, contra 37% nos Estados Unidos, por exemplo. Isso demonstra uma forte participação dos processos de produção de ferro via altos-fornos no Brasil, mais poluentes e ineficientes

que os fornos de redução direta DRI. O uso de hidrogênio, como mecanismo de descarbonização, pode, portanto, ocorrer como agente redutor nos fornos de redução direta, em substituição ao gás natural. O uso do hidrogênio em fornos DRI já existentes requer adaptações significativamente menores que para instalações de altos-fornos, em que seria necessária uma retrofit para convertê-los primeiramente em DRI.

Um outro papel potencial para o hidrogênio é como combustível para geração de energia elétrica renovável firme, não intermitente ou sazonal, especialmente nas siderúrgicas que trabalham como fornos de arco elétrico (EAF).

A indústria metalúrgica, exceto ferro e aço, em que se destaca a produção de alumínio, emite 21% das emissões de GEE do setor e 5% das emissões totais no Brasil. Sua principal fonte de energia é a eletricidade (45%), destacando a importância da eletrificação da indústria como um instrumento de descarbonização.

33

4 - HIDROGÊNIO E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA QUÍMICA E PETROLÍFERA

A indústria química no Brasil é uma das maiores do mundo e é composta por uma ampla variedade de empresas que produzem, desde derivados de petróleo, como gasolina, querosene, óleo diesel; produtos básicos, como ácido sulfúrico, soda cáustica e amônia, até produtos mais complexos, como polímeros, resinas e produtos farmacêuticos. Contribui com 21% das emissões de GEE da indústria nacional. Seu consumo energético é distribuído entre 34% de derivados de petróleo, subprodutos da indústria de refino e petroquímica, 31% de gás natural e outros 31% de eletricidade.

Numa perspectiva de curto prazo, um dos principais mecanismos de descarbonização desta indústria é na eficiência dos processos de geração de calor e eletricidade, a cogeração, onde o hidrogênio verde poderá exercer um papel relevante quando tornar-se economicamente competitivo. Os fabricantes de motores a combustão e turbinas estão testando e operando sistemas de cogeração em altas porcentagens de hidrogênio, em preparação para um futuro próximo promissor deste gás. As células a combustível são outra opção que pode atingir rendimentos elevados na cogeração.

Um outro papel importante do hidrogênio verde na descarbonização da indústria química, numa perspectiva de médio prazo, será sua penetração no setor químico em substituição do hidrogênio cinza, especialmente para a produção de amônia, metanol e outros produtos químicos. Atualmente o uso como insumo químico é a principal destinação do mercado de hidrogênio. 33% do hidrogênio são produzidos e consumidos nas refinarias de petróleo nos processos de hidrotreatamento e hidrocrackeamento.



Outros 33% da produção de hidrogênio são destinados à produção de amônia. A produção de metanol é uma aplicação que vem ganhando força nos últimos anos. 95% de sua produção mundial de H2 ocorre pela reforma a vapor do gás natural e carvão.

Em uma perspectiva de longo prazo, a química do hidrogênio renovável deverá ser uma verdadeira plataforma industrial em substituição total ou parcial da indústria petroquímica. Uma indústria “hidrogeno-química” poderá prevalecer. A oferta de hidrogênio associada à oferta de gás carbônico, renováveis e de custos competitivos, será disparadora de um conjunto de processos industriais com versatilidade de se produzir e substituir praticamente qualquer derivado de petróleo. Metanol verde, etileno verde, propileno verde, gasolina verde, querosene de aviação, diesel, polímeros verdes, etc. Tudo tendo como origem o hidrogênio da água, sol e vento e gás carbônico da biomassa, da reciclagem dos produtos sintéticos ou mesmo da captura do ar.

O desenvolvimento deste mercado acelerará ainda o estímulo e a viabilização dos processos de captura, armazenagem e uso de CO2, permitindo a descarbonização de processos difíceis de abater, bem como a conquista de processos com carbono-negativo.

A maturidade tecnológica dos processos envolvidos nesta plataforma hidrogeno-química verde é relativamente alta. O desafio atual principal é econômico. Processos de gaseificação, pirólise e despolimerização da biomassa ou de plásticos reciclados, biodigestão de matéria orgânica, produção de biogás, reforma a vapor de biometano possuem elevado nível de maturidade tecnológica, alguns sendo empregados comercialmente há anos.

A transformação de hidrogênio e gás carbônico verdes em metanol é um processo industrial dominado. O processo MTO (Methanol-to-Olefin) é um método catalítico inovador utilizado para converter metanol em olefinas, extremamente versáteis como intermediários químicos para a produção de inúmeros derivados. Daí em diante, os processos à jusante são muito similares aos já consagrados pela indústria petroquímica.

Outros 33% da produção de hidrogênio são destinados à produção de amônia. A produção de metanol é uma aplicação que vem ganhando força nos últimos anos. 95% de sua produção mundial de H2 ocorre pela reforma a vapor do gás natural e carvão.

Em uma perspectiva de longo prazo, a química do hidrogênio renovável deverá ser uma verdadeira plataforma industrial em substituição total ou parcial da indústria petroquímica. Uma indústria “hidrogeno-química” poderá prevalecer. A oferta de hidrogênio associada à oferta de gás carbônico, renováveis e de custos competitivos, será disparadora de um conjunto de processos industriais com versatilidade de se produzir e substituir praticamente qualquer derivado de petróleo. Metanol verde, etileno verde, propileno verde, gasolina verde, querosene de aviação, diesel, polímeros verdes, etc. Tudo tendo como origem o hidrogênio da água, sol e vento e gás carbônico da biomassa, da reciclagem dos produtos sintéticos ou mesmo da captura do ar.

O desenvolvimento deste mercado acelerará ainda o estímulo e a viabilização dos processos de captura, armazenagem e uso de CO2, permitindo a descarbonização de processos difíceis de abater, bem como a conquista de processos com carbono-negativo.

A maturidade tecnológica dos processos envolvidos nesta plataforma hidrogeno-química verde é relativamente alta. O desafio atual principal é econômico. Processos de gaseificação, pirólise e despolimerização da biomassa ou de plásticos reciclados, biodigestão de matéria orgânica, produção de biogás, reforma a vapor de biometano possuem elevado nível de maturidade tecnológica, alguns sendo empregados comercialmente há anos.

A transformação de hidrogênio e gás carbônico verdes em metanol é um processo industrial dominado. O processo MTO (Methanol-to-Olefin) é um método catalítico inovador utilizado para converter metanol em olefinas, extremamente versáteis como intermediários químicos para a produção de inúmeros derivados. Daí em diante, os processos à jusante são muito similares aos já consagrados pela indústria petroquímica.

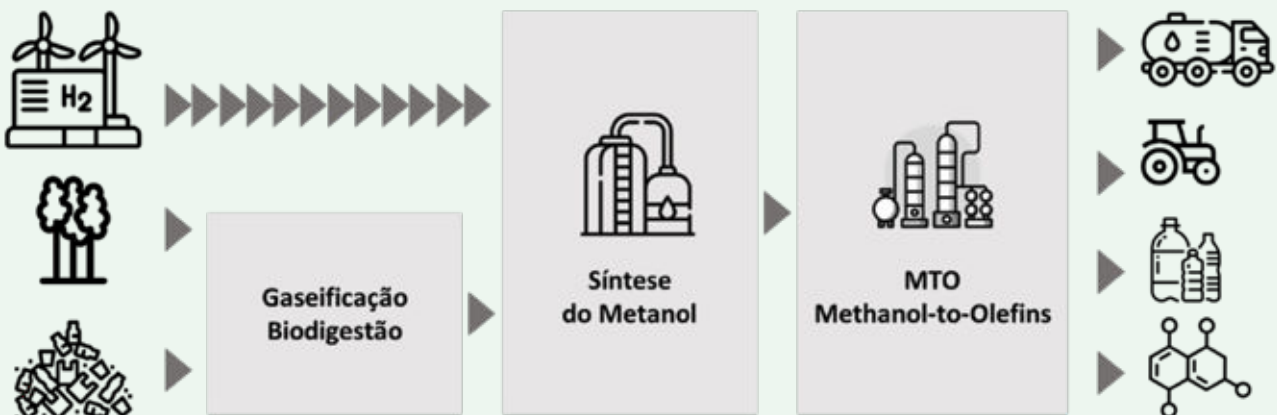


Figura 2 – Esquema da indústria verde do hidrogênio.
Fonte: elaboração própria

QUANDO TAMANHO É DOCUMENTO, AS MELHORES SOLUÇÕES SÃO DA ITAIPU.



Transformador de Força Itaipu

Potência de
até 40.000 kVA

CLASSE DE TENSÃO DE
15, 24,2, 36,2, 72,5 E
AGORA TAMBÉM DE 145 KV

CUSTOMIZADOS COM

- Óleo Mineral ou Vegetal
- Caixas Flangeadas
- Ventilação Forçada
- Relés de Proteção
- Termômetros com ou sem contato
- Comutador sob carga e muito mais



ENTRE EM CONTATO E
SOLICITE UM ORÇAMENTO

+55 16 3263 9400



ITAIPU
TRANSFORMADORES

www.itaiputransformadores.com.br

Av. Sérgio Abdul Nour, 2106
Distrito Ind. II, 14900-000
Itápolis, São Paulo, Brasil.



5 - HIDROGÊNIO E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA MINERAL

A indústria mineral no Brasil consiste na extração e processamento de uma ampla variedade de minerais metálicos e não-metálicos. Contribui em 20% das emissões de GEE da indústria nacional. Seu maior consumo energético é de óleos combustíveis derivados de petróleo, representando 58% do consumo energético total do setor mineral, seguidos pela eletricidade, 25%. A indústria do cimento é o grande destaque em termos de emissão de GEE, representando metade das emissões da indústria mineral e 80% do consumo de derivados de petróleo deste setor.

36 O cimento é produzido a partir da extração e processamento principalmente do calcário e argila. A etapa de clínquerização, processo termoquímico em altas temperaturas (> 1.400 oC) é onde ocorre a formação do clínquer, que é o principal componente do cimento. As principais fontes de calor utilizadas na clínquerização são combustíveis fósseis, como o carvão mineral, o coque de petróleo e o óleo combustível, para gerar calor.

O hidrogênio verde pode desempenhar um papel importante na substituição dos combustíveis fósseis utilizados na clínquerização. Assim como no processo de produção ferro, o hidrogênio verde pode ser utilizado não apenas como fonte de calor, mas também diretamente na redução do clínquer em substituição ao carvão. A utilização do hidrogênio como agente redutor também apresenta a vantagem de produzir cimentos com maior resistência e durabilidade, e de reduzir a formação de NOx e SOx.

Por outro lado, 60% das emissões de CO₂ da produção de cimento ocorrem devido à decomposição química do calcário em cal. Ou seja, a substituição de combustíveis fósseis por hidrogênio não seria capaz de abater. Neste e em casos similares, os mecanismos de descarbonização em desenvolvimento são os processos de Captura, Armazenamento e Uso de CO₂ (CAUC, ou CCSU em inglês) pós-clínquerização.

O hidrogênio verde tem um papel de estímulo ao desenvolvimento da CAUC, pois a oferta de ambos, hidrogênio e CO₂ renováveis são disparadores da indústria hidrogênio-química mencionada no tópico 4, acima, agregando valor ao CO₂ capturado.

Outra importante contribuição potencial do hidrogênio verde se dá pela oferta de oxigênio gerada na eletrólise da água. A produção de uma tonelada de hidrogênio verde necessariamente produz nove toneladas de oxigênio. As aplicações do gás oxigênio existentes não são capazes de absorver todo o volume da produção potencial trazida pelo desenvolvimento da indústria de H₂V. A tecnologia da Oxidcombustão consiste no uso de oxigênio puro em

substituição total ou parcial do ar como comburente dos processos termoquímicos. Além de melhorar a eficiência energética dos processos de combustão, gera gases de escape muito ricos em CO₂ (vez que não há diluição com o gás nitrogênio presente do ar e vez que evita a formação de gases indesejados). Com isso, os processos de captura de CO₂ são significativamente facilitados, reduzindo seu custo. Algumas experiências de oxidcombustão completa em fornos de clínquer nos Estados Unidos e Europa obtiveram resultados de captura de até 99% do CO₂ gerado.

6 - HIDROGÊNIO E A DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O papel mais evidente do hidrogênio verde na descarbonização do setor elétrico é o seu uso como combustível renovável para geração de eletricidade pelo ciclo combinado tradicional. Fornecedores de turbina estão cada vez mais investindo nas adequações das turbinas a gás natural para receberem misturas crescentes de hidrogênio até o limite do hidrogênio puro.

Adicionalmente, o hidrogênio verde é ainda um forte promotor das energias eólica e solar. É uma estratégia de expansão, diversificação, verticalização e agregação de valor ao setor eólico e solar no Brasil e no Mundo, vez que representa o acesso do setor elétrico para o mercado de combustíveis, que, em termos energéticos, é mais de quatro vezes maior que o de eletricidade no Brasil.

O hidrogênio poderá ser, além disso, o disparador de uma nova modalidade de energia: energia renovável firme, despachável. A expansão das energias eólica e solar tem trazido benefícios para a matriz elétrica nacional, mas também duas debilidades: a necessidade de um superdimensionamento das redes de transmissão para suportar os momentos de pico de sol e vento e a necessidade de investimentos em geração despachável para os momentos de baixa incidência solar e baixa ocorrência de ventos. As termelétricas a gás natural têm sido a opção de energia elétrica despachável mais competitiva, no entanto mais caras e poluentes que a eólica e solar. O hidrogênio verde, como forma de armazenagem de energia renovável, deverá ser um mecanismo de otimização do sistema de transmissão e de estabilização do suprimento de energia elétrica, cada vez mais necessário com a expansão das energias eólica e solar.

7 - HIDROGÊNIO E A DESCARBONIZAÇÃO DOS TRANSPORTES

O transporte de mercadorias industriais é a segunda atividade industrial que mais contribui as emissões de GEE pela indústria (23%). Destaque no Brasil o transporte rodoviário.






 <p>Indústria Metalúrgica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição do gás natural nos fornos de redução direta do óxido de ferro (DRI). • Geração de energia elétrica firme, especialmente para fornos EAF. • Captura, armazenamento de CO₂.
 <p>Indústria Química</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustível na cogeração (curto prazo) • Substituição do hidrogênio cinza no setor químico (médio prazo) • Substituição parcial ou integral da indústria petroquímica pela “indústria hidrogeno-química” • Estímulo à viabilização das técnicas de captura, armazenamento e uso de CO₂ (CAUC).
 <p>Indústria Mineral</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de combustíveis fósseis na clínquerização • CAUC pós-clínquerização • Oxicombustão com O₂ coproduzido pelo H₂
 <p>Geração Elétrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustível em termelétrica do ciclo combinado • Disparador de uma nova modalidade de energia: renovável e firme, despachável, de base. • Otimização do sistema de transmissão e estabilidade do suprimento
 <p>Transportes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção dos veículos elétricos por célula-combustível • Descentralização da produção de combustíveis • Insumo da produção de biocombustíveis e eletrocombustíveis

Figura 3 – Síntese das contribuições do H₂V na descarbonização das indústrias de maior emissão de GEE no Brasil.

Fonte: Elaboração própria

A ascensão do veículo elétrico por célula-combustível será outro disparador para a escalada do hidrogênio verde. Por serem bem mais eficientes que os motores a combustão, nestes veículos, um quilo hidrogênio tem a mesma energia que aproximadamente 4 litros de óleo diesel. As tecnologias atuais, cada vez mais eficientes e compactas, já permitem autonomia comparável aos veículos a combustão interna e podem ser reabastecidos rapidamente. Esta aplicação esbarra na oferta de hidrogênio e na infraestrutura de abastecimento incipientes.

Hidrogênio pode ser produzido de forma descentralizada,

reduzindo a ineficiência da logística de combustíveis trazida pela concentração da produção de petróleo ou gás natural em determinadas regiões. Hidrogênio deverá ser ainda um importante insumo para a produção de biocombustíveis (HVO e metanol verde para biodiesel).

Por fim, o hidrogênio verde associado a uma fonte de carbono renovável poderá ser insumo para a produção de eletrocombustíveis ou hidrocarbonetos verdes, que poderão ser fracionados em óleo diesel verde, para uso em motores a combustão tradicionais, conforme descrito no item 4 deste artigo.



8 - DESAFIOS

O mercado energético é tipicamente um setor puxado pela demanda. O estabelecimento de mecanismos inteligentes de geração e garantia de demanda por hidrogênio verde é um desafio inicial. Mais demanda trará maior escala de produção, que resultará em menores custos de produção, que oferecerão maior competitividade a esta fonte energética, que motivará mais demanda...

Uma indústria nascente como a do hidrogênio verde carece de um pacote de regulação que dê previsibilidade aos investidores, consolide os fatores de competitividade aos empreendimentos, internalize as externalidades positivas desta indústria, defina os padrões técnicos, garanta a segurança e a qualidade aos consumidores, reconheça a versatilidade do hidrogênio verde e seus derivados energéticos e não-energéticos.

As projeções de produção de hidrogênio verde para os próximos 20 anos estimam que teremos que pelo menos dobrar nossa capacidade instalada de geração de energia elétrica. Isso requererá investimentos massivos em infraestrutura de transmissão e distribuição adequada a uma participação cada vez mais concentrada de geração renovável, sujeita a suas sazonalidades.

O negócio do hidrogênio verde é um negócio de custo de capital. Todas as vantagens comparativas do Brasil poderão ser desperdiçadas por termos um dos maiores juros reais do mundo. Instrumentos financeiros deverão ser desenhados para assegurar a competitividade desta indústria.

Um outro desafio importante será a consolidação do mercado de carbono como instrumento de aceleração de viabilidade econômica, de mensuração e rastreabilidade da descarbonização resultante da cadeia de valor do hidrogênio verde.

Praticamente todas as contribuições do H2V mencionadas neste artigo são técnicas não consagradas ou de domínio pleno da indústria, por se tratarem de rotas até então sem sentido econômico, vez que não há atualmente oferta de suprimento seguro de hidrogênio nesta escala, bem como os custos de hidrogênio ainda são proibitivos. Com isso, a indústria de hidrogênio verde detém ainda desafios tecnológicos, especialmente na armazenagem e transporte, na adaptação da infraestrutura já existente, no ganho de escala da produção e uso, no desenvolvimento de novos processos e produtos.

A boa notícia é que muitos dos desafios trazem forte similaridade com a trajetória percorrida no desenvolvimento da indústria de biocombustíveis no Brasil, da qual somos líder

mundial. Importante uma ação coordenada para aproveitar as lições aprendidas, compreender os caminhos mais fáceis, as medidas que tiveram maior impacto, necessidade de customizações às realidades locais e atuais.

O desenvolvimento da indústria do hidrogênio e toda sua cadeia de valor poderão multiplicar o montante de investimento privado nos próximos anos para um patamar pouco visto antes. Tão ou mais importante que os empreendimentos a serem implementados será o rastro que o desenvolvimento da indústria de hidrogênio verde deverá ocasionar no Brasil.

Fontes:

- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – Anuário Estatística da ANP 2022.
- Empresa de Pesquisas Energéticas – Balanço Energético Nacional 2022.
- European Commission – A Clean Planet for All. A European Strategic Long-Term Vision for a Prosperous, Modern, Competitive and Climate Neutral Economy, 2018.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Panorama do Hidrogênio no Brasil, 2022.
- International Energy Agency – Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector, 2021.
- International Renewable Energy Industry – Green Hydrogen for Industry. A Guide for Policy Making, 2022.
- Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – Resultados do Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Unidade Federativa, 2021.
- Ministério de Minas e Energia – Anuário Estatística da Energia Elétrica 2022.
- UK Ministry of State for Business, Energy and Clean Growth – Industrial Decarbonisation Strategy, 2021.
- US Department of Energy – Industrial Decarbonization Roadmap, 2022.
- European Commission – A Clean Planet for All. A European Strategic Long-Term Vision for a Prosperous, Modern, Competitive and Climate Neutral Economy, 2018.

• Exedito Parente Jr., mestre em engenharia química, experiência de 20 anos na indústria de biocombustíveis, tendo ocupado diversas funções em importantes corporações no Brasil e no exterior. É atualmente Diretor de Suporte a Infraestrutura e Patrimônio da Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE).