

HIDROGÊNIO VERDE E AMARELO: DA GUERRA FISCAL FEDERATIVA ÀS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR

Thiago Giancoli Berto, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP)/*Research Centre for Greenhouse Gas Innovation (RCGI)*, +55 (11) 99686-1074, thiago.gberto@gmail.com

Resumo

Exposição crítica acerca de iniciativas em “Hidrogênio Verde e Amarelo (H2VA)” protagonizadas pelo Brasil, acompanhadas do rearranjo de entes federativos e do próprio país nas Cadeias Globais de Valor (CGV’s).

Outrossim, o presente trabalho propõe-se a analisar características internas relativas aos estados brasileiros, bem como, fatores locais, de transbordamento tecnológico e capacidade de absorção (RIBEIRO; GONÇALVES; FREGUGLIA, 2013), voltados à instalação de plantas industriais neles, e toda a cadeia produtiva que suporta a transição energética propiciada pelo Hidrogênio (H₂), também.

Dada a condição competitiva e sustentável que, historicamente, o etanol adquiriu no Brasil, e à luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS’s), a conversão desse álcool em hidrogênio, embasada por extenso desenvolvimento científico e tecnológico nacional, pode fazer com que o hidrogênio, além de deixar de ser encarado como combustível alternativo para tornar-se referencial, alçar o Brasil a protagonista no cenário da descarbonização da Economia e transição energética.

Métodos

Como Métodos a fim de se alcançarem os objetivos do trabalho, fez-se revisão da literatura especializada, e tomou-se como principal referência artigo recente da Revista Brasileira de Energia, denominado *Brazilian Hydrogen Economy Development*, de autoria de Sabrina Macedo, Drielli Peyerl e Donato da Silva Filho.

A proposta foi a de utilizar como subsídio a análise “*SWOT*” realizada pelos autores, de modo a problematizá-la, e direcionar o exame aqui proposto para o hidrogênio proveniente do etanol: o H2VA, no contexto brasileiro, interno e externo.

Para tal, foi atribuído um índice de “Relevância”, em adição aos quatro aspectos consagrados pela matriz: “*Strengths*” e “*Weaknesses*” – como fatores internos – com “*Opportunities*” e “*Threats*” – como fatores externos.

O “*Hydrogen from ethanol*” foi classificado como “Oportunidade”, e atribuída a ele relevância “5”, numa escala de 3 a 9. No cotejo com as “Forças” e “Fraquezas”, teve melhor desempenho no cruzamento com “*Competitiveness of variable renewables*”, devido, também, à relevância deste (índice 9). O pior desempenho se deu em “*No specific regulation*”.

A partir desses dados – com destaque para esses extremos – sugere-se ampliar a discussão de suas causas e consequências para a tecnologia desenvolvida e aprimorada em solo brasileiro. Adicionando-se a camada da “guerra fiscal”, que vem sendo travada por unidades da federação e municípios no incentivo à produção do hidrogênio (ainda somente verde (H2V)), e a constituição de *hubs* capazes de promoverem a reindustrialização do país (AHK, 2023).

Resultados

Como “Forças”, consideraram-se: “parcerias internacionais”, “pilares de ‘Programas Nacionais de Hidrogênio’ para desenvolvimento dessa Economia”, “Resoluções do Conselho Nacional de Política Energética” e “Competitividade das Energias Renováveis Variáveis”.

Para “Fraquezas”, elencaram-se: “Desafios Tecnológicos e de Custo”, “Mercado Incipiente de Gás Natural”, “Melhorias a serem feitas nas estruturas institucionais, legais e regulatórias” e “Ausência de Regulação Específica”.

Atualmente, mais de 95% do hidrogênio consumido no mundo é extraído de combustíveis fósseis, principalmente gás natural, pela ação de vapor superaquecido. Catalisadores metálicos, como os do grupo mineral platina, são utilizados para diminuir as energias de ativação das reações químicas, o que condiciona gargalos (PEREIRA, 2023). Se, por um lado, com o hidrogênio, a concentração de recursos energéticos tende a diminuir, por outro, mais de 90% do irídio, o principal representante do grupo, concentra-se em um só país, a África do Sul.

Logo, no cenário dos *BRICS*, seria interessante uma aproximação do Brasil com o integrante africano, de modo a firmar parceria internacional que viabilize a produção do H2VA.

Quanto à capacidade de competitividade, o H2VA beneficiaria-se de transição antes realizada pelo Programa Nacional do Alcool (Proálcool), ainda em meados dos anos 1970. Com o advento dos carros “flex”, o Brasil viu esse ativo tecnológico ganhar nova projeção. A rede de distribuição de etanol poderia ser aproveitada na implementação do H2VA no setor de mobilidade, facilitando, e muito, a implantação de pontos de recargas como os exigidos para automóveis elétricos convencionais. Além disso, o transporte do etanol – este, prestando-se como um vetor – é realizado de maneira bem menos complexa que o do hidrogênio, em sua fase gasosa.

Ratificadas as “Forças”, agora, propõem-se sugestões de abordagem na superação das “Fraquezas” apontadas.

O *Research Centre for Greenhouse Gas Innovation (RCGI)*, sediado na Universidade de São Paulo (USP), com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Shell, desenvolve, segundo o Ministério da Fazenda, o “projeto mais avançado na área de transformação ecológica do Brasil” (YAMAMOTO, 2023). Tendo como a personagem principal o H2VA, planeja-se, para meados de 2024, a primeira estação de hidrogênio renovável a partir do etanol do mundo. Portanto, também contando com a parceria de empresas como a Toyota do Brasil, Raizen e Hytron, caminha-se a um equacionamento dos desafios tecnológicos e de custo. De Engenharia e propriedade intelectual nacionais, ativa, comunga e integra desde a Universidade até atores da Indústria e Governo (ETZKOWITZ; ZHOU, 2017).

O mercado incipiente de gás natural, inerte desde questão com o Gasbol, vê nas múltiplas rotas de produção de hidrogênio, possibilidades de ampliação de uso dessa fonte na estratégia brasileira de transição energética (TEIXEIRENSE, 2023). Na trajetória da curva de aprendizado e maturação tecnológica do H2VA, o gás natural pode ser aplicado na geração dos hidrogênios azul e turquesa.

Melhorias a serem feitas nas estruturas institucionais, legais e regulatórias, assim como o vácuo deixado pela ausência de regulação específica, também, estão na iminência de apreciação de órgãos federais, no bojo do chamado “Plano de Transformação Ecológica”. A reformulação do Fundo do Clima a fim de se financiarem atividades que envolvam Inovação Tecnológica e Sustentabilidade, além da criação de uma taxonomia sustentável nacional, visando ao reconhecimento de projetos e ativos com essa característica, servirão de baliza para orientar investimentos públicos e privados em iniciativas de descarbonização (BOCCHINI, 2023).

Mesmo ainda sem essa segurança jurídica e fomento, o Brasil já dispõe de projetos de demonstração usando tecnologia de hidrogênio em ônibus e navios. Também, na produção de hidrogênio via eletrólise da água nas usinas hidrelétricas de Itaipu, Itumbiara e Porto Primavera.

Um *gap* se dá na formação profissional técnica existente (atualmente, concentrada em P&D). Tal quadro de falta de recursos humanos qualificados, tanto a nível operacional, quanto ao de Engenharia e Tecnologia, condena o país a depender, enquanto isso não se alterar, de fornecedores internacionais. A incerteza e o atraso tecnológico da indústria brasileira dificultam o aporte de capitais, no que poderia significar aumento de valor agregado (MACEDO; PEYERL; FILHO, 2023).

Em relação a *hubs* de hidrogênio, lideram a corrida o Porto de Suape (PE), o Porto de Açu (RJ) e, sobremaneira, o Porto de Pecém (CE). Este complexo portuário constrói seu modelo de negócios baseado no arrendamento de terrenos dentro de uma Zona de Processamento de Exportações (ZPE), a qual oferece vantagens tributárias. Sua proximidade com a Europa, na “esquina do Atlântico”, consubstancia-se como fator locacional relevante. Vislumbrando-se a articulação com o H2VA, a região nordeste teria capacidade de fornecimento de etanol (e descontos de frete até o Porto de Pecém), apenas nos meses de setembro a março (de abril a novembro, a safra da cana-de-açúcar se dá no Centro-Sul).

Daí, abre-se margem para que demais estados do país mirem-se no exemplo cearense e nas oportunidades (e forças) proporcionadas pelo mercado de hidrogênio (sobretudo no que tange à descarbonização – complexa – de indústrias tradicionais, *e.g.* a siderúrgica – como com o “aço verde” –, no que convencionou-se alcunhar *hard-to-abate sectors*).

Conclusões

Elemento químico mais abundante do Universo, o Hidrogênio encontra-se, majoritariamente, associado a outros átomos, na constituição de moléculas que não a substância pura simples Hidrogênio.

O Hidrogênio Verde e Amarelo ao propiciar a gênese (como ele tem no nome) de não somente uma alternativa energética e perspectiva de *upgrading* nas CGV’s para o Brasil, talvez, possa conferir a esse elemento o impacto sobre as atividades humanas – na mesma medida de sua abundância.

De acordo com a Astute Analytica (2023), para o mercado global de hidrogênio é estimado um aumento de receita de US\$206,6 bilhões, em 2022, para US\$761,3 bilhões, até 2040.

Porém, muito mais do que escalar processos a fim de aplacarem-se custos, há claras chances de “promoção de desenvolvimento inclusivo da sociedade brasileira no processo de desenvolvimento deste mercado, sob aspectos econômicos e educacionais, considerando também aqueles relacionados ao aspecto fiscal” (MACEDO; PEYERL; SILVA FILHO, 2023).

Pretende-se, em resultados e conclusões posteriores às preliminares apresentadas neste trabalho, estimar, com índices, o impacto social e de geração de externalidades positivas à Sociedade – como vetor de transformação social – de empreendimento *Deep Tech*, tal qual o do H2VA, a sua evolução ao longo da escala *TRL (Technology Readiness Level)* e a percepção social das transformações implicadas (um diagrama de Porter pode auxiliar nessas análises).

Inauguram-se, assim, uma Economia e Diplomacia do Hidrogênio. E, se quisermos, *incontinenti*, um “desenvolvimento à escala humana” – 4 décadas após ser proposto por Manfred Alfred Max-Neef (1994), em 1983.

Referências

AHK Rio de Janeiro. Seminário Hidrogênio Verde: potencial e desafios para uma economia global do hidrogênio. YouTube, 8 fevereiro 2023. 2h25min40s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Ztzd9QPoRIk>>. Acesso em: 3 março 2024.

ASTUTE ANALYTICA. **Global Hydrogen Market:** by technology (thermal process, electrolytic process and others); applications (methanol production, ammonia production, petroleum refinery, heat treatment, transportation, power generation, renewable energy, hydrogen fuel cell and others); delivery mode (captive and merchant) and region) – industry dynamics, market size and opportunity forecast for 2023-2040. Noida, 2023. 429 p. (Market Search Report).

BOCCHINI, Bruno. Haddad espera aprovação de meios para Plano de Transformação Ecológica. **Agência Brasil**, Brasília, 23 setembro 2023. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-09/haddad-espera-aprovacao-de-meios-para-plano-de-transformacao-ecologica>>. Acesso em: 23 setembro 2023.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Hélice Tripla: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48. 2017.

MACEDO, Sabrina; PEYERL, Drielli; SILVA FILHO, Donato da. Brazilian Hydrogen Economy Development. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 29, n. 2, p. 181-200. 2023.

MAX-NEEF, Manfred Alfred. **Desarrollo a Escala Humana:** conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones. Vilassar de Dalt: Icaria, 1994. 152 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) (Brasil). Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Balanco Energético Nacional**. Rio de Janeiro, 2022. 299 p.

NANDA, Sonil *et al.* Insights on pathways for hydrogen generation from ethanol. **Sustainable Energy & Fuels**, London, 2017, n. 7, p. 1335-1345.

PEREIRA, André dos Santos Alonso. Congresso Brasileiro de Geografia Política, Geopolítica e Gestão do Território (CONGEO), 4., 2023, São Paulo. **Minerais Críticos para a Expansão do Hidrogênio: a importância estratégica dos metais do grupo mineral platina**.

RIBEIRO, Erika Cristina Barbosa de Almeida; GONÇALVES, Eduardo; FREGUGLIA, Ricardo da Silva. Transbordamentos de Tecnologia e Capacidade de Absorção: uma análise para os estados brasileiros. **Economia**, Brasília, v. 14, n. 1A. p. 3-27. 2013.

TEIXEIRENSE, Fernando. Os “Frankensteins” da Transição Energética. **Agência epbr**, Rio de Janeiro, 13 setembro 2023. Disponível em: <<https://epbr.com.br/os-frankensteins-da-transicao-energetica/>>. Acesso em: 10 março 2024.

YAMAMOTO, Erika. “Vim conhecer o que me parece o projeto mais avançado na área de transformação do Brasil”. **Jornal da USP**, São Paulo, 23 setembro 2023. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/institucional/vim-conhecer-o-que-me-parece-o-projeto-mais-avancado-na-area-de-transformacao-ecologica-do-brasil/>>. Acesso em: 23 setembro 2023.