

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO "ZERO CARBONO" E A TRANSIÇÃO PARA O USO DO HIDROGÊNIO VERDE

Francisco Ayrton Juca da Silva¹, Yonar Cavalcante da Silva², Karolyne Gomes Silva³, Everson de Araújo Maia⁴, Sarah Rodrigues Feitosa⁵, Edna Rayne Andrade Oliveira⁶, Jaime Francelino de Oliveira Neto⁷, Rodolfo José Sabiá⁸

Resumo: Este trabalho faz parte de uma pesquisa de iniciação científica em andamento que propõe a realização de uma análise abrangente e aprofundada sobre a viabilidade, impactos e obstáculos relacionados à adoção do hidrogênio verde como fonte energia limpa no estado do Ceará, no nordeste do Brasil. A crise energética é um problema global que afeta a disponibilidade e o custo das fontes de energia. Para enfrentar a crise energética e mitigar o impacto no aquecimento global, é essencial promover a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis, como solar, eólica e hidrelétrica. O objetivo desse trabalho é, por meio de uma breve revisão literária, demonstrar os principais desafios associados ao hidrogênio, implementando estratégias para viabilizar a descarbonização na matriz energética. O presente artigo está sendo realizado mediante o uso de artigos científicos, teses e dissertações como base para a compreensão do tema e aprofundamento dos conhecimentos acerca da neutralidade do carbono como combustível fóssil e a transição energética para uma energia limpa e renovável pelo uso do hidrogênio como matéria prima. O Brasil tem o potencial para ser um dos maiores produtores de hidrogênio verde do mundo devido as suas vantagens naturais associadas a uma matriz elétrica predominantemente renovável. Porém, apesar do hidrogênio verde ser um forte candidato à substituição das fontes de energias não-renováveis, há certos empecilhos que devem ser superados para que a aplicação dessa tecnologia seja essencialmente viável.

Palavras-chave: Hidrogênio Verde. Descarbonização. Energia Renovável. Sustentabilidade. Desafios Ambientais.

1. Introdução

A crise energética é um problema global que afeta a disponibilidade e o custo das fontes de energia. Ela é exacerbada pela dependência contínua de recursos energéticos não-renováveis, como carvão, petróleo e gás natural, fontes de energia densas que têm impulsionado o crescimento econômico global por

¹ Universidade Regional do Cariri, e-mail: francisco.ayrton@urca.br

² Universidade Regional do Cariri, e-mail: yonar.cavalcante@urca.br

³ Universidade Regional do Cariri, e-mail: karolyne.gomes@urca.br

⁴ Universidade Regional do Cariri, e-mail: everson.maia@urca.br

⁵ Universidade Regional do Cariri, e-mail: sarah.feitosa@urca.br

⁶ Universidade Regional do Cariri, e-mail: edna.oliveira@urca.br

⁷ Universidade Regional do Cariri, e-mail: jaime.francelino@urca.br

⁸ Universidade Regional do Cariri, e-mail: rodolfo.sabia@urca.br

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

séculos. A queima desses recursos libera grandes quantidades de CO₂ na atmosfera, aumentando o efeito estufa e, conseqüentemente, as temperaturas globais.

Para enfrentar a crise energética e mitigar o impacto no aquecimento global, é essencial promover a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis, como solar, eólica e hidrelétrica. Além disso, é fundamental adotar políticas de eficiência energética, inovação tecnológica e conscientização ambiental, para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e diminuir as emissões de gases de efeito estufa, a fim de superar esse desafio global. Esse objetivo tende a ser alcançado com o maior desenvolvimento da chamada transição energética, que possuem baixa ou zero emissões de carbono

2. Objetivo

O objetivo desse trabalho é, por meio de uma breve revisão literária, demonstrar os principais desafios associados ao hidrogênio, implementando estratégias para viabilizar a descarbonização na matriz energética.

3. Metodologia

O presente artigo está sendo realizado mediante o uso de artigos científicos, teses e dissertações como base para a compreensão do tema e aprofundamento dos conhecimentos acerca da neutralidade do carbono como combustível fóssil e a transição energética para uma energia limpa e renovável pelo uso do hidrogênio como matéria prima. Os procedimentos metodológicos utilizados nesse estudo referem-se à pesquisa com abordagem qualitativa. Quanto aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como exploratória, visto que tem a finalidade de contribuir para uma maior compreensão a respeito da descarbonização e utilização do hidrogênio verde como energia renovável. Conforme Gil (2002), estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

Dessa forma, realizou-se um levantamento de ideais a respeito do hidrogênio verde, com a utilização do bancos de dados dos periódicos da CAPES, Science Direct e da Elsevier, com o intuito de aprimorar os conhecimentos sobre o hidrogênio verde, abordando assuntos acerca de como obtê-lo e as vantagens e desvantagens de sua utilização e também sobre o fator da descarbonização, demonstrando o impacto do carbono na cadeia ecológica e os desafios e potencialidades para neutraliza-lo. Logo, foi feito um recorte temporal de 5 anos (2019-2024), a fim de evidenciar dados atualizados sobre o estudo em questão.

4. Resultados

O hidrogênio é o elemento mais abundante no universo. É encontrado no planeta, de forma significativa, em compostos orgânicos e na molécula de água. Além disso, pode ser utilizado como uma fonte de combustível sintético, podendo

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



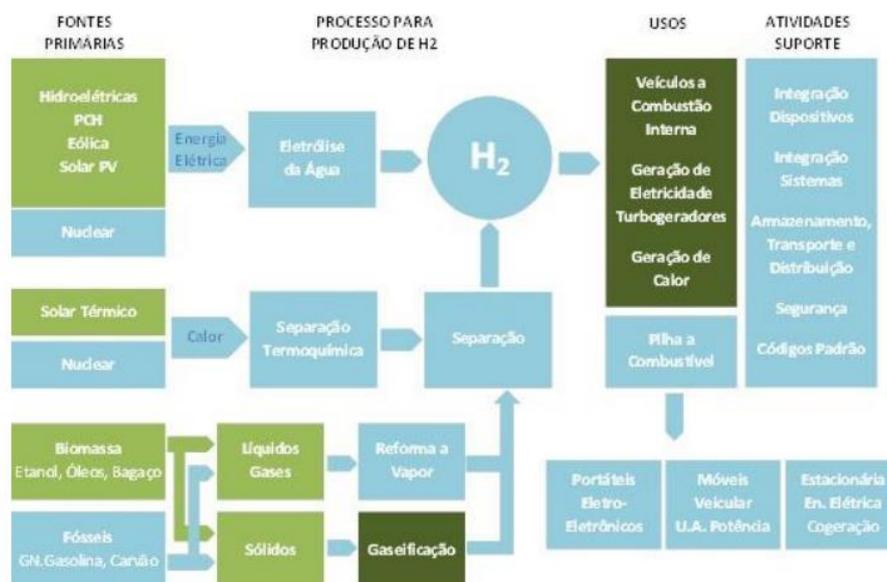
Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

empregado em carros, navios e até mesmo em aviões, substituindo a gasolina, o óleo diesel e a querosene. O hidrogênio como combustível, requer cuidados no seu uso. Portanto, é necessário prevenir situações em que os três fatores de combustão, ignição, oxidante e combustível, estejam presentes (DAWOOD et al., 2020). Ademais, ele também surge como um dos elementos promissores para a transição energética por tratar-se de um vetor energético limpo, seguro e versátil além de apresentar capacidade de carrear um eficiente sistema de energia de baixo carbono quando aliado à renováveis, como eólica e solar (MIRANDA, 2017).

O hidrogênio é considerado o principal vetor energético que fará parte dos esforços de mitigação de emissões de GEE nas próximas décadas (SILVA, 2022), valorizado como um vetor energético por causa de suas propriedades físico-químicas.

O hidrogênio pode ser obtido de diversas maneiras, sendo uma delas a partir de fatores naturais, por intermédio da energia solar, energia eólica, e por hidroelétricas. A Figura 1 apresenta esses processos, de forma simplificada, desde sua produção até aplicações.

Figura 1: Representação esquemática de rotas tecnológicas para obtenção do hidrogênio.



Fonte: Rotas de geração de hidrogênio (EPE, 2021).

O hidrogênio produzido por meio de fontes renováveis de energia, conhecido como hidrogênio “verde”, pode fornecer energia limpa para os principais setores da economia, como indústria, construção e transporte (RABIEE, 2021).

Dentre as diversas formas de obtenção do hidrogênio renovável com uma baixa emissão de carbono, a do hidrogênio verde é a mais bem qualificada para

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

ser explorada com o processo da eletrólise. Uma das formas de se produzir o hidrogênio é a eletrólise. A eletrólise da água é um processo eletroquímico que envolve a decomposição da água em hidrogênio e oxigênio por meio da passagem de corrente elétrica através de um eletrólito (SILVA, 2011., 2018; BOLT et al., 2020; TORQUATO et al., 2022).

O Brasil tem o potencial para ser um dos maiores produtores de hidrogênio verde do mundo devido as suas vantagens naturais associadas a uma matriz elétrica predominantemente renovável. Mesmo com cerca de 87% da sua matriz energética oriunda de fontes renováveis, o Brasil ainda tem grande capacidade de expansão destas fontes (MME/EPE, 2022). No Brasil, atualmente, essa tecnologia é representada por algumas plantas pilotos localizados em sua maioria na região Nordeste. A produção de hidrogênio Verde no Brasil pode trazer benefícios também para o mercado interno. Por ser um país exportador e dependente do transporte rodoviário, o Brasil pode reduzir suas emissões ao substituir o combustível de navios e caminhões pelo hidrogênio.

Os investimentos anunciados para construção de usinas produtoras de H₂V no Brasil já somam mais de US\$ 27 bilhões, a maioria concentrados em portos – Pecém, no Ceará; Suape, em Pernambuco; e Açu, no Rio de Janeiro.

Atualmente, são muitas as ações e mobilizações relacionadas a diminuição da emissão de poluentes que utilizam o carbono em sua composição, a fim de promover uma matriz energética sustentável de forma a reduzir os impactos do aquecimento global e o efeito estufa. Além disso, apesar do hidrogênio verde ser um forte candidato à substituição das fontes de energias não-renováveis, há certos empecilhos que devem ser superados para que a aplicação dessa tecnologia seja essencialmente viável.

Seu custo é alto em comparação com outras formas de obtenção de energia, logo embora seja uma alternativa benéfica para o meio ambiente, ainda há dificuldades para sua implementação. Ademais, por se tratar de um gás volátil e inflamável, seu transporte precisa ser delicado e isso requer uma alta tecnologia empregada na liquefação do hidrogênio, para poder transportá-lo com mais segurança.

5. Conclusão

No contexto de descarbonização do sistema de produção e consumo de energia, o hidrogênio poderá ter valor de mercado diferenciado, a depender da sua origem de produção, apesar de nada influenciar tecnicamente na forma de sua utilização. Nesse cenário, o Brasil aparece em destaque no plano mundial, pois um dos desafios da produção em larga escala do hidrogênio verde está em seu custo de produção, que é substancialmente superior se comparado a outros "tipos" de hidrogênio. No entanto, a implementação bem-sucedida do hidrogênio verde no Ceará envolve uma série de desafios. É fundamental considerar a infraestrutura necessária para produção, armazenamento e distribuição desse

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

gás. Além disso, a viabilidade econômica, os investimentos necessários e a aceitação da sociedade desempenham papéis cruciais. A sustentabilidade é um componente central nessa equação, exigindo uma análise cuidadosa dos impactos ambientais e sociais, bem como a integração do hidrogênio verde em estratégias de desenvolvimento de longo prazo.

6. Agradecimentos

Agradeço a BPI/FUNCAP por me dar a oportunidade de me aprofundar nos conhecimentos acerca do Hidrogênio Verde com o apoio da bolsa de estudos e ao professor Dr. Rodolfo José Sabiá pela orientação necessária a fim de concretizar o projeto de pesquisa.

7. Referências Bibliográficas

MIRANDA, P.E, V. O Alvorecer da Energia do Hidrogênio. FGV ENERGIA. Caderno Opinião. Dezembro de 2017.

MME/EPE, (2022): Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoesdadosabertos/publicacoes/Documents/PDE202031_RevisaoPosCP_rvFinal_v2.pdf.

DAWOOD, F.; ANDA, M.; SHAFIULLAH, G. M. Hydrogen production for energy: An overview. International Journal of Hydrogen Energy, v. 45, n. 7, p. 3847-3869, 2020.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio, 2021. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao569/Hidroge%CC%82nio_23Fev2021NT%20\(2\).pdf](https://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao569/Hidroge%CC%82nio_23Fev2021NT%20(2).pdf).

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

BOLT, André; DINCER, Ibrahim; AGELIN-CHAAB, Martinho. Estudo experimental do processo de produção de hidrogênio com alumínio e água. Revista Internacional de Energia do Hidrogênio, v. 45, n. 28, p. 14232-14244, 2020.

SILVA, Marco Antonio Oliveira da. Estudos eletroquímicos de eletrólise a membrana polimérica para produção de hidrogênio. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RABIEE, A et.all. Technical barriers for harnessing the green hydrogen: A power system perspective. Renewable Energy, Volume 163, January 2021, Pages 1580-1587. ISSN: 0960-1481.

SILVA, Jéssica Rayany Rodrigues. Hidrogênio verde: proposta de diretrizes para o desenvolvimento do mercado. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.