

**Área de submissão:** Sustentabilidade

## **HIDROGÊNIO (VERDE) E A ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL**

Natalia Pereira<sup>1</sup>, Ricélia Maria Marinho Sales<sup>2</sup>, Samuel Patricio da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/ CCTA, Pombal-PB, e-mail: nataliapereiraec@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Pombal-PB

**Fonte de Financiamento:** PIBIC CCTA/UFCG

### **RESUMO**

O Hidrogênio verde é um vetor energético de interesse nas estruturas de governo em escala federal desde o ano de 2002, vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia. E, a partir do ano de 2021 até os dias atuais ampliam-se negociações entre o governo brasileiro e de outros países. O objetivo geral deste foi realizar um mapeamento da cadeia produtiva das energias renováveis focando no hidrogênio verde por ser uma fonte de eletricidade proveniente de fontes renováveis (biomassa, solar e eólica) relacionado com os ODS's da Agenda 2030 - ONU. A metodologia utilizada foi o desenvolvimento da pesquisa qualitativa cujos objetivos possibilitaram chegar em resultados descritivos que poderão impulsionar novos trabalhos científicos. Os resultados demonstraram que a cadeia produtiva é composta por atividades da mineração e das energias renováveis (solar e eólica). Estas energias renováveis predominam na região nordeste do País pelas condições climáticas favoráveis e áreas territoriais. Impulsionado pelo discurso global que aponta para a necessidade de descarbonização e acabar com dependência de fontes não-renováveis de energia, acreditou-se que o Hidrogênio tem o potencial de ser um vetor energético, assim o foco foi nas vertentes da tecnologia e da economia, comprometendo o cumprimento da Agenda 2030. Conclui-se que: as estratégias vinculadas à cadeia produtiva do Hidrogênio Verde e das energias renováveis só serão possíveis e viáveis se a humanidade assumir o compromisso incluir a manutenção da vida em sociedade e a relação pessoa-natureza para garantir a existência humana e das demais espécies para gerações futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vetor, descarbonização, sustentabilidade.

### **1. INTRODUÇÃO**

O Hidrogênio verde é um vetor energético de interesse nas estruturas de governo em escala federal desde o ano de 2002 quando houve o lançamento do Programa Brasileiro de Hidrogênio e Sistemas Células a Combustível, vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Este programa mudou a nomenclatura no ano de 2005

passando a se chamar Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Economia do Hidrogênio, com a sigla PROH2 (LINARDI, 2008 apud EPE, 2021).

Cadeia produtiva do hidrogênio verde é um conjunto de etapas ou sucessão de operações, desde a extração dos materiais para a fabricação de equipamentos, produção e distribuição dessa energia. É importante mapeá-la para analisar a desenvoltura desse vetor na matriz energética, obtendo assim, os impactos causados na vida das pessoas, e no meio ambiente em que essa cadeia está diretamente ligada.

As ações para reduzir a temperatura do planeta em 2° C, ou 1,5° C, como recomenda o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), gerou uma corrida para a descarbonização da economia mundial e o hidrogênio desponta como a alternativa mais viável de fonte de energia em grande escala. O Brasil tem uma posição de destaque, em função de seu potencial em energias renováveis, como eólica e solar, e disponibilidade de recursos hídricos que viabilizam a produção do hidrogênio verde (DONATO, et al., 2022).

O interesse na aplicação do hidrogênio verde como um vetor energético para a descarbonização é crescente em alguns setores da economia, como a agricultura, mineração, transportes, siderúrgicas e reserva de energia na geração por fontes intermitentes (GIZ, 2021). Porém a sua viabilidade econômica depende essencialmente da competitividade de preços, uma vez que na geração e armazenamento de energia renovável e H2V, necessita de metais preciosos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

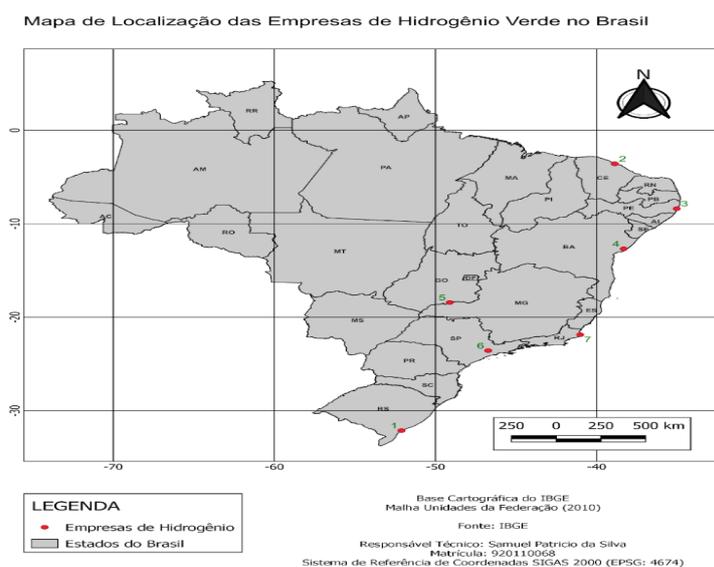
Esta pesquisa foi do tipo básica. O processo cognitivo partiu de elementos e teorias gerais para buscar evidências particulares, o que permitiu afirmar que se assemelha a dedução. Para tanto, o aporte foi o desenvolvimento da pesquisa qualitativa. Quanto aos procedimentos metodológicos foram realizados os seguintes:

- Pesquisa Bibliográfica: foi realizada uma revisão bibliográfica, tendo como base artigos científicos, notas técnicas e relatórios publicados na rede mundial de informação e portais de informação a exemplos do periódico Capes e Websites.
- Pesquisa Documental: As fontes de órgãos oficiais do governo federal e páginas das empresas de energias renováveis, com ênfase na expansão dos negócios e no investimento na geração de hidrogênio verde.
- Técnicas de Geoprocessamento e elaboração de Mapas Temáticos: Utilizando o software Qgis para construção de mapas temáticos a partir da espacialização das informações levantadas, escolhas geográficas e pelos interesses das empresas que resultam na localização de plantas de geração de energias renováveis, no Brasil.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção de hidrogênio puro é essencial a separação de suas moléculas. O produto obtido pode ser dividido em categorias, diferenciadas por cores, dependentes da rota tecnológica (SADIK-ZADA, 2021). Diante disso, o hidrogênio verde se destaca por ser obtido através de fontes renováveis (eólica e solar) pelo processo de eletrólise da água, em que ocorre a separação das moléculas de (H) e (O), por meio de eletrolisadores (VERAS, 2015). O eletrolisador que possui maior desenvoltura para a produção de H<sub>2</sub>V é o de membrana com troca de prótons (PEM), pelas suas vantagens tecnológicas, eficiência energética, produção de hidrogênio com alto nível de pureza, baixa permeabilidade, e adaptável as energias de baixo carbono (Garcia; Carvalho, 2022). Em contrapartida, essa tecnologia requer o uso de metais preciosos, deixando o custo elevado. Nesse processo o hidrogênio é armazenado como gás comprimido ou liquefeito e o oxigênio é liberado na atmosfera ou armazenado para aproveitamento medicinal ou outros usos. No entanto o hidrogênio possui grande desafio na sua manipulação, por possuir baixos pontos de densidade, fusão e ebulição.

A região nordeste do Brasil está sendo sediada para instalação das empresas de H<sub>2</sub>V (figura 1), pela proximidade das produtoras de energia solar e eólica, a localização proporciona produção em grande escala, próximo a costa facilita a exportação para outros países, que são os principais consumidores do hidrogênio. As maiores indústrias ficam localizadas nas regiões dos portos de Pecém e de SUAPE sendo estas as que detêm a maior parte das empresas em seus polos industriais. Diversas empresas apresentaram interesses e projetos de construções nestas áreas, algumas estão em fase avançada de planejamento, construção e funcionamento.



**Figura 1.** Localização das empresas de hidrogênio verde no Brasil.

**Fonte:** Autores (2023).

A maioria das empresas de hidrogênio, se concentraram nas regiões próximas a portos, a grandes produtoras de energia elétrica e centros urbanos de grande porte, buscando manter uma boa logística e mais eficiência em suas produções.

A competitividade das aplicações do Hidrogênio até 2030 demonstra maior capacidade para o setor de transporte, a exemplo pode-se citar: Ferrovias regionais; Veículos Esportivos Utilitários; Frotas de táxi; Veículos de passageiros de grande porte; Empilhadeiras; Caminhões de médio e grande portes; Ônibus urbanos de longa distância; e, Transporte rodoviário de passageiros de longa distância, segundo estudos realizados pelo EPE (2021).

Este fato pode ser uma oportunidade para melhorar as circulações de pessoas e mercadorias, no que tange a emissão de gases do efeito estufa, considerando apenas a quantidade que são emitidas por veículos e transportes que circulam pelas cidades e por rodovias de escoamento de mercadorias, mas sem quantificar àquelas que podem está sendo liberadas no momento de implantação dos equipamentos centralizados de energia solar e eólica, por exemplo.

O discurso global aponta para a necessidade de descarbonização buscando romper com a dependência de fontes não-renováveis de energia, logo, acredita-se que o Hidrogênio tem o potencial de ser um vetor energético. No entanto, nota-se que estão sendo priorizadas apenas duas vertentes, quais sejam: a tecnologia e a economia. Este fato gera uma sequência de organização da cadeia produtiva pautada na tecnologia, nos investimentos financeiros e retorno lucrativos de negócios de diferentes produtos, na produção, no desenvolvimento da logística e nos sistemas de utilização, a exemplo das indústrias, do setor de transporte e principalmente das cidades sustentáveis e seus gargalos ligados à mobilidade.

Na atualidade o modelo centralizado de geração de energia eólica e solar, que estão sendo a oportunidade para implantar projetos híbridos para a efetivação da eletrólise e a obtenção do hidrogênio verde estão causando conflitos socioambientais, a liberação de gases do efeito estufas que estavam presos ao solo pela existência da vegetação nativa, bem como, adoecimento de comunidades onde moram os Povos Originários e Tradicionais.

#### **4. CONCLUSÕES**

Diante do exposto, conclui-se que a Agenda 2030 (ONU) e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) precisam ser considerados a base de transformação do mundo, colocam como prioridade a dignidade humana e o respeito à natureza, compreendendo todos os níveis de interação, integração e indissociabilidade

Assim, acredita-se que as estratégias vinculadas a cadeia produtiva do Hidrogênio Verde, bem como, das energias renováveis só serão possíveis e viáveis se a humanidade assumir o compromisso de ter estes elementos priorizando a manutenção da vida em

sociedade e a relação indivíduo-natureza os quais podem garantir a existência humana e das demais espécies para gerações futuras.

Percebe-se que os problemas socioambientais oriundos de geração de energia são frutos do desequilíbrio nas relações que se estabelecem entre o indivíduo e a natureza, colocando em xeque a própria sobrevivência da vida humana em nome do lucro proveniente da dinâmica dos processos de produção e consumo intensivo no uso de recursos naturais escassos comprometidos predominantemente com o aumento da produtividade em detrimento da conservação do meio ambiente.

Por fim, acredita-se que a cadeia produtiva das energias renováveis que hidrogênio verde no Brasil precisa ultrapassar apenas a lógica economia-tecnologia a partir da diversificação do modelo de produção passando a contribuir diretamente com a qualificação das pessoas, a proteção à natureza e a efetivação de contratos fundiários transparentes, inclusive com bancos de dados acessíveis para que assim passe a contribuir positivamente com as metas e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, estruturada para combater a miséria, erradicar a pobreza, promover a qualidade de vida digna para as pessoas, garantir as condições ambientais no nosso planeta Terra, tanto para a geração atual quanto para as futuras.

## REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Relatórios e Indicadores: Geração. Disponível em:  
<https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores>. Acesso em: 29 mar. 2023.

BARBOSA, Francisco. **Consórcio Nordeste debate hidrogênio verde e comunidades ficam à margem da discussão**. Brasil de fato. Disponível em:  
<https://www.brasildefato.com.br/2023/05/06/consorcio-nordeste-debate-hidrogenio-verde-e-comunidades-ficam-a-margem-da-discussao>. Acesso em: 17 maio 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. MINISTRO FEDERAL DE ECONOMIA E PROTEÇÃO CLIMÁTICA DA ALEMANHA. **Parceria Energética Brasil-Alemanha** - Comunicado Conjunto. Brasília - DF: 13 de mar. 2023.

CAMPOS, I. Governo do estado do Ceará. **Primeira molécula de Hidrogênio Verde produzida no Brasil é lançada no Ceará**. Disponível em:  
<https://www.ceara.gov.br/2023/01/19/primeira-molecula-de-hidrogenio-verde-produzida-no-brasil-e-lancada-no-ceara/>. Acesso em: 14 jul. 2023.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Hidrogênio energético no Brasil: subsídios para políticas de competitividade, 2010-2025 – Tecnologias críticas e sensíveis em setores prioritários – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.**

DONATO, V. Resistência da Cadeia de Suprimentos do Hidrogênio Verde. **Revista Foco**. v.16, n. 1, p.1-16, 2023.

EPBR. **Hidrogênio verde: conheça 10 projetos promissores em desenvolvimento no Brasil**. Disponível em: <https://epbr.com.br/hidrogenio-verde-conheca-10-projetos-promissores-em-desenvolvimento-no-brasil/#:~:text=A%20White%20Martins%2C%20do%20grupo,vai%20atender%20o%20mercado%20pernambucano>. Acesso em: 09 jun. 2023.

EPBR. **Neoenergia estuda projetos de hidrogênio verde e eólica offshore no RS**. Disponível em: <https://epbr.com.br/neoenergia-estuda-projetos-de-hidrogenio-verde-e-eolica-offshore-no-rs/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

EPBR. **Senado aprova marco das eólicas offshore**. Disponível em: <https://epbr.com.br/senado-aprova-marco-das-eolicas-offshore/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

EPBR. **Shell anuncia projeto-piloto de hidrogênio verde no Porto do Açu**. Disponível em: <https://epbr.com.br/shell-anuncia-projeto-piloto-de-hidrogenio-verde-no-porto-do-acu/> Acesso em: 25 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Nota técnica (Nº EPE-DEA-NT-003/2021 rev01). **Bases de consolidação da estratégia brasileira do Hidrogênio**. Brasília - DF: Esplanada dos Ministérios, 2021.

GARCIA, J. V. S. CARVALHO, J. F. **Hidrogênio Verde: Estudo de Caso do Brasil**. Rio de Janeiro - RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2022. (Monografia).

GIZ – GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. **Mapeamento do setor de hidrogênio brasileiro**. Brasília: GIZ, Oct. 2021.

IBERDROLA. **Mobilidade Sustentável**. 2023. Iberdrola, 2023. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/mobilidade-sustentavel>. Acesso em: 20



mar.2023.

IBRAM. Mineração do Brasil. Portal de Mineração. 2021. Disponível em: <https://ibram.org.br/relatorios-de-atividades/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

VERAS, T. S. **Análise da competitividade da cadeia produtiva do hidrogênio no Brasil e a proposição de uma agenda de trabalho setorial.** Volta Redonda-RJ: Universidade Federal Fluminense, p.200. 2015. (Pós Graduação Tecnologia Ambiental)

SADIK-ZADA. Political Economy of Green Hydrogen Rollout: A Global Perspective. *Sustainability*, v. 13, p. e13464, 2021.

SALLES, D. **Como o Brasil se prepara para dominar o mercado de hidrogênio verde.** *Época Negócios*. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/um-so-planeta/noticia/2023/04/como-o-brasil-se-prepara-para-dominar-o-mercado-de-hidrogenio-verde.ghtml>. Acesso em: 17 jun. 2023.