

# UM ESTUDO SOBRE OS DESAFIOS E APROVEITAMENTO DO HIDROGÊNIO VERDE COMO FONTE DE ENERGIA NO BRASIL

## **Samuel Rodrigues Araujo**

Graduando em Engenharia Elétrica Industrial, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), São Luís – MA. E-mail: samuelr@acad.ifma.edu.br

## **Guilherme França dos Santos**

Graduando em Engenharia Elétrica Industrial, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), São Luís – MA. E-mail: guilhermesantos@acad.ifma.edu.br

## **Lorena do Nascimento Dutra**

Graduando em Engenharia Elétrica Industrial, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), São Luís – MA. E-mail: lorena.cullen@hotmail.com

## **Dayane Gonçalves Caliberda**

Graduada em Engenharia Elétrica Industrial, Instituto Federal de Educação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), São Luís – MA. E-mail: dayanegoncalves1995@gmail.com

## **1. RESUMO**

A monografia objeto deste trabalho explora o hidrogênio verde (H<sub>2</sub>V) como uma fonte de energia sustentável no Brasil, analisando suas potencialidades, desafios e oportunidades. O hidrogênio verde, produzido a partir de fontes renováveis como energia solar e eólica, surge como uma solução promissora para a descarbonização da economia global e, em especial, para o Brasil, que possui recursos naturais abundantes. O estudo aborda a produção e armazenamento do H<sub>2</sub>V, as tecnologias envolvidas, e suas diversas aplicações industriais, como na produção de amônia e aço verde, além de sua utilização no setor de transportes. Também são discutidos os desafios regulatórios e as oportunidades de integração com outras fontes renováveis, como a solar e a eólica. O Brasil, com sua matriz energética limpa e grande potencial de produção de energia renovável, está posicionado para se tornar um líder global no setor, aproveitando sua infraestrutura e recursos para impulsionar a economia do hidrogênio. A pesquisa busca contribuir para a compreensão do papel do hidrogênio verde na construção de um futuro energético mais sustentável.

**Palavras-chave:** Hidrogênio Verde. Energia Solar. Energia Eólica. Economia. Brasil.

## **2. INTRODUÇÃO**

A transição energética global é uma necessidade premente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela crescente demanda por fontes de energia sustentáveis. Nesse contexto, o Brasil se destaca por sua vasta capacidade de produção de

energias renováveis, como a solar e a eólica, posicionando-se como um potencial líder na descarbonização da economia global [1]. O hidrogênio verde (H<sub>2</sub>V), produzido a partir dessas fontes renováveis, emerge como um vetor energético estratégico, capaz de armazenar e transportar energia limpa, descarbonizar setores industriais de difícil eletrificação e impulsionar uma nova economia de baixo carbono [2].

O H<sub>2</sub>V oferece uma alternativa promissora aos combustíveis fósseis, contribuindo significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa. A sua versatilidade permite aplicações em diversos setores, desde a indústria pesada (produção de amônia e aço verde) até o transporte, passando pela geração de energia elétrica e armazenamento em larga escala. A infraestrutura energética brasileira, já robusta em energias renováveis, confere ao país uma vantagem competitiva para o desenvolvimento e a exportação de H<sub>2</sub>V.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo geral **analisar os desafios e as oportunidades do hidrogênio verde como fonte de energia no Brasil**, buscando compreender seu papel na construção de um futuro energético mais sustentável. Especificamente, busca-se: (i) identificar as principais tecnologias de produção e armazenamento de H<sub>2</sub>V; (ii) avaliar o potencial do Brasil na cadeia de valor do hidrogênio verde; e (iii) discutir os desafios regulatórios, econômicos e tecnológicos para a implementação em larga escala do H<sub>2</sub>V no país.

### **3. METODOLOGIA**

O presente estudo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e descritivo. A metodologia consistiu no levantamento, análise e compilação de informações de diversas fontes, incluindo artigos científicos, relatórios de agências governamentais e internacionais (como a Empresa de Pesquisa Energética - EPE e a Agência Internacional de Energia - IEA), teses, dissertações e publicações especializadas no setor de energia. A busca por referências foi realizada em bases de dados acadêmicas e em portais de instituições de pesquisa, utilizando como descritores: "hidrogênio verde", "energias renováveis", "transição energética", "eletrólise" e "economia do hidrogênio". A análise dos dados coletados permitiu a estruturação de um panorama sobre o potencial do hidrogênio verde no Brasil, abordando desde os processos de produção e armazenamento até os desafios e oportunidades para sua consolidação como vetor energético estratégico.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O Brasil possui uma das matrizes energéticas mais renováveis do mundo, com a hidrelétrica sendo a principal fonte, complementada por biomassa, eólica e solar. Em 2023, a participação de fontes renováveis na matriz energética total do Brasil foi de 47,4%, superando significativamente a média mundial [1]. Essa característica confere ao país uma vantagem estratégica na transição para uma economia de baixo carbono.

O hidrogênio verde (H<sub>2</sub>V) emerge como um vetor energético promissor para o Brasil, com grande potencial para descarbonizar setores industriais e de transporte. As tecnologias de eletrólise para produção de H<sub>2</sub>V incluem a Eletrólise Alcalina (AEL), a Eletrólise por Membrana de Troca Protônica (PEMEL) e a Eletrólise por Óxido Sólido (SOEC), cada uma com suas particularidades em termos de eficiência, custo e maturidade tecnológica. O armazenamento do H<sub>2</sub>V pode ser feito de diversas formas, como gasoso comprimido, líquido criogênico ou em materiais sólidos, cada método apresentando desafios e inovações específicas [2].

Os desafios para a implementação em larga escala do H<sub>2</sub>V no Brasil incluem a necessidade de investimentos em infraestrutura de produção, transporte e armazenamento, o desenvolvimento de um marco regulatório claro e incentivos fiscais, além da superação de barreiras tecnológicas e econômicas. No entanto, as oportunidades são vastas, incluindo a possibilidade de o Brasil se tornar um grande exportador de H<sub>2</sub>V e seus derivados, como amônia verde, impulsionando o desenvolvimento econômico e a criação de empregos verdes.

#### **5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo demonstrou que o hidrogênio verde (H<sub>2</sub>V) representa uma oportunidade estratégica para o Brasil no contexto da transição energética global. A vasta disponibilidade de recursos renováveis, como energia solar e eólica, posiciona o país como um potencial líder na produção e exportação de H<sub>2</sub>V. A descarbonização de setores industriais e de transporte, a flexibilidade na rede elétrica e a criação de uma nova economia de baixo carbono são benefícios tangíveis associados ao desenvolvimento do H<sub>2</sub>V.

No entanto, a concretização desse potencial depende da superação de desafios significativos, incluindo a necessidade de investimentos massivos em infraestrutura, o desenvolvimento de um marco regulatório robusto e a contínua pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de produção e armazenamento. A colaboração entre

governo, academia e setor privado será fundamental para impulsionar a inovação e garantir a competitividade do H<sub>2</sub>V brasileiro no cenário internacional. A pesquisa conclui que, apesar dos obstáculos, o Brasil possui as condições favoráveis para se consolidar como um player global na economia do hidrogênio verde, contribuindo para um futuro energético mais sustentável e resiliente.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua profunda gratidão a Deus, à sua família pelo apoio incondicional, aos amigos e colegas pela parceria e colaboração, e à equipe da empresa Vale pela oportunidade de aprendizado prático. Um agradecimento especial é direcionado ao orientador, Prof. Dr. Ronaldo Ribeiro Corrêa, pela confiança, paciência e orientação precisa durante a realização deste trabalho, bem como aos professores do IFMA que contribuíram para sua formação.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2024**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes/dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- [2] IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector**. Paris: IEA, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- [3] ARAUJO, Samuel Rodrigues. **Um estudo sobre os desafios e aproveitamento do hidrogênio verde como fonte de energia no Brasil**. 2025. 77 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís – Monte Castelo, São Luís, 2025.
- [4] ANEEL. **Relatório Técnico sobre Produção e Regulação do Hidrogênio Verde**. Brasília, 2024.
- [5] BARBOZA, C. L. B.; XAVIER, P. H. L. S. **Produção de Hidrogênio Verde a partir da Energia Solar**. USP, 2023.

[6] CGEE. **Cadeia Produtiva do Hidrogênio no Brasil: oportunidades e desafios**. Brasília: MCTI, 2024.

[7] GARCIA, L. R. **Análise Econômica da Inserção do Hidrogênio Verde no Setor Elétrico Brasileiro**. UFMG, 2024.

[8] IPEA. **Panorama do Hidrogênio no Brasil**. ROSANA C. DE OLIVEIRA. Brasília, 2022.

[9] LIMA, V. O. de. **Hidrogênio verde e suas implicações regulatórias no Brasil**. UNIPAMPA, 2024.

[10] MACHADO, E. **Estratégias Internacionais para o Desenvolvimento do Hidrogênio**. CEBRI, 2024.

MORAES, L. L. de. **O cenário do hidrogênio verde: uma revisão**. UFRPE, 2022.

[11] OLIVEIRA, R. C.; SANTOS, A. **Transição Energética e Hidrogênio no Brasil**. CENERGIA, 2024.

[12] SILVA, B. de S.; ANDRADE, R. L. **O Papel do Hidrogênio Verde na Descarbonização do Setor Industrial**. IFSP, 2024.

[13] XAVIER, C. L. B. **Energia Solar e Produção Sustentável de Hidrogênio**. USP, 2024.