

Questão de pesquisa

Como quantificar os impactos da produção do hidrogênio (H₂) por eletrólise considerando a cadeia de conversão da matriz elétrica brasileira?

Objetivos

Analisar a cadeia de produção do H₂ por eletrólise e o seu armazenamento, considerando três anos distintos da matriz elétrica brasileira, cada um com diferentes níveis de participação das fontes renováveis (FR).

Metodologia

Este trabalho avaliou a cadeia da Figura 1 para a matriz elétrica brasileira nos últimos 13 anos, considerando o ano com maior e menor contribuição de FR, além do ano de 2022.

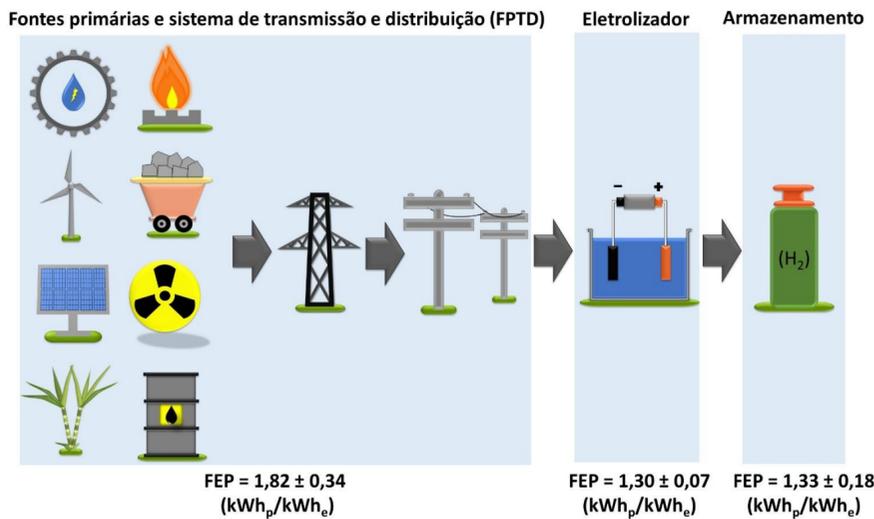


Figura 1. Cadeia de conversão do H₂ (dados de 2009)

Métricas empregadas:

Fator de Energia Primária (FEP)

Razão entre a energia gerada na fonte primária e consumo unitário (STOFFREGEN; SCHULLER, 2014) em kWh_p/kWh_e.

Fator de Emissão da Matriz Elétrica (FEME)

Quantidade de gases de efeito estufa emitida por unidade de energia elétrica gerada em kg CO_{2-eq}/MWh.

Intensidade Energética do Uso da Terra na Matriz Elétrica (IEUTME)

Área ocupada pela fonte primária por unidade de energia produzida (LOVERING et al., 2022), expresso em m²/MWh.

Resultados e Discussão

Tabela 1. Resultados da FEME e da IEUTME

Parâmetros	Brasil (2009)	Brasil (2014)	Brasil (2022)
FEME (kg CO _{2-eq} /MWh)	66,28	173,71	69,67
IEUTME (m ² /MWh)	188,67	197,16	180,44

- O FEME em 2014 foi elevado devido à maior participação de fontes não renováveis na matriz;

O IEUTME

Maior valor em 2014 → Produção de energia pela biomassa; Menor valor em 2022 → FR de menor uso da terra.

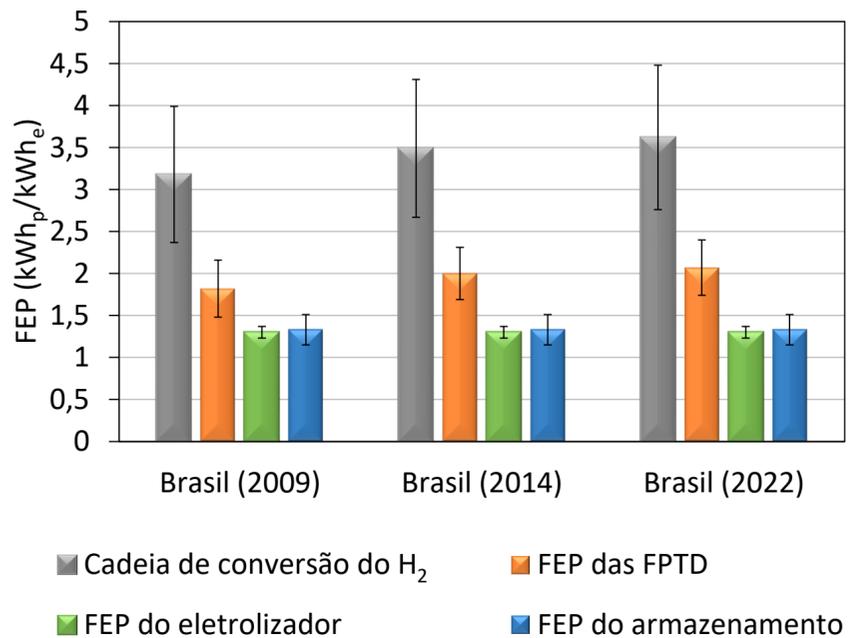


Figura 2. FEP

- Aumento contínuo do FEP devido a participação de fontes de baixo fator de conversão na matriz elétrica;

Os dados empregados da matriz elétrica brasileira são do Balanço Energético Nacional (EPE, 2024). A propagação da incerteza foi calculada segundo Kline e McClintock (Holman, 2012).

Conclusão

- O aumento de fontes renováveis de energia com baixa IEUTME contribuiu para redução do uso do solo em 2022 em comparação aos anos passados;
- Os maiores índices do FEP foram encontrados com o aumento do uso de fontes primárias de baixo fator de conversão;
- As fontes renováveis reduzem as emissões de poluentes, desempenhando um papel fundamental no enfrentamento das alterações climáticas e promove ações para alcançar a transição energética.

Agradecimentos

Mantovan agradece o CNPq pelo financiamento e a colaboração do Instituto SENAI de Inovação.

Referências

EPE. **Balanço Energético Nacional 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>>. Acesso em: 9 maio. 2024.

EPE. **Balanço Energético Nacional**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>. Acesso em: 18 de Março de 2024.

HOLMAN, J. P. **Experimental methods for engineers**. 8. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

LOVERING, J. et al. Land-use intensity of electricity production and tomorrow's energy landscape. **PLOS ONE**, v. 17, n. 7, p. e0270155, 6 jul. 2022.

STOFFREGEN, A.; SCHULLER, O. **Primary Energy Demand of Renewable Energy Carriers - Part 1: Definitions and accounting methods**. [s.l.: s.n.], 2014.