



Universidade de Pernambuco (UPE)
Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)
Instituto de Ciências Biológicas (ICB)

Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas

Proposta de Tese de Mestrado

Área: Cibernética
Linha de Pesquisa: Sistemas Energéticos
Título Provisório: Otimização Estocástica do Custo Nivelado do Hidrogênio Verde utilizando Algoritmos Genéticos.
Orientador: Roberto Feliciano Dias Filho
Co-orientador: Eduardo Sodré

A transição energética global tem impulsionado o interesse pelo hidrogênio verde (H₂V) como vetor energético essencial para descarbonizar setores de difícil abatimento. No entanto, seu custo de produção ainda é elevado, o que limita sua competitividade econômica frente aos combustíveis fósseis (IEA, 2024). Nesse contexto, o presente projeto tem como objetivo principal avaliar a produção de hidrogênio verde no Nordeste do Brasil, com foco na minimização do Custo Nivelado do Hidrogênio (LCOH). A produção do H₂V será feita através de eletrolisadores utilizando energia renovável de sistemas híbridos compostos por geração eólica, fotovoltaica e sistemas de armazenamento em baterias (BESS).

O estudo busca minimizar o LCOH por meio do dimensionamento correto da potência instalada das fontes renováveis e do armazenamento, considerando diferentes configurações on-grid e off-grid. Para isso, será desenvolvido um modelo de otimização estocástica utilizando Algoritmos Genéticos (GA) e fazendo uso de simulações de Monte Carlo. O modelo a ser desenvolvido vai permitir incorporar a variabilidade estocástica horária das fontes eólica e solar, assim como a intermitência e sazonalidade do custo da energia elétrica. Os dados de geração horária serão obtidos do histórico público do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

A literatura recente tem destacado a importância de metodologias baseadas em otimização multiobjetivo e algoritmos evolutivos para o dimensionamento de sistemas híbridos com produção de H₂V. Rong et al. (2024) demonstraram a eficácia de modelos de otimização multiobjetivo baseados em algoritmos genéticos acoplados a redes neurais para maximizar a eficiência energética e reduzir custos em sistemas integrados de energia renovável com produção de hidrogênio. Da mesma forma, Tezer (2025) propôs o uso do i-NSGA-II, uma versão aprimorada do “Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II (NSGA-II)”, para otimizar o dimensionamento de sistemas híbridos com armazenamento combinado em baterias e tanques de hidrogênio, alcançando ganhos expressivos de confiabilidade e eficiência.

Gholizadeh et al. (2025) também evidenciaram o potencial do uso de técnicas de otimização metaheurísticas (PSO, GA, SA) para reduzir o LCOH em configurações híbridas PV com “Waste-to-Energy”, destacando que sistemas on-grid são economicamente mais vantajosos, mas que o uso de armazenamento é essencial para melhorar a confiabilidade em sistemas isolados. De forma complementar, Dias et al. (2025) aplicaram uma metodologia de planejamento de redes de transporte de hidrogênio baseada em Algoritmos Genéticos no projeto nacional português CelZa, comprovando a aplicabilidade desses métodos para identificar parâmetros ótimos e viabilizar economicamente projetos de H₂V em larga escala.



Universidade de Pernambuco (UPE)
Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)
Instituto de Ciências Biológicas (ICB)

Esses trabalhos recentes reforçam a relevância da abordagem adotada neste projeto, que se propõe a desenvolver um modelo de otimização estocástica para minimização do LCOH incorporando dados reais de geração, custos de CAPEX e OPEX, e variações de demanda e preço da energia, de modo a encontrar as configurações ótimas de potência instalada para cada tecnologia do sistema híbrido (eólica, fotovoltaica e BESS).

A contribuição esperada é oferecer subsídios técnicos e econômicos para a expansão sustentável do hidrogênio verde no Brasil, alinhando-se às metas de descarbonização e diversificação energética do Plano Nacional de Energia 2050 (EPE, 2020), além de fornecer uma ferramenta de apoio à decisão para os empreendedores de futuros projetos híbridos H2V–BESS.

Referências Bibliográficas:

DIAS, A.; SANTOS, B.H.; ALEXANDRE, J.L. **Genetic algorithm-based methodology for hydrogen network planning and optimization: application in a Portuguese national project**. International Journal of Hydrogen Energy, v.112, p.554–573, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.02.407>.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília, 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Global Hydrogen Review 2024: Policies**. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>

RONG, F.; YU, Z.; ZHANG, K.; SUN, J.; WANG, D. **Performance evaluation and multi-objective optimization of hydrogen-based integrated energy systems driven by renewable energy sources**. Energy, v.313, 133698, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.133698>.

ROY, P.; HE, J.; ZHAO, T.; SINGH, Y.V. **Recent Advances of Wind-Solar Hybrid Renewable Energy Systems for Power Generation: A Review**. IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society, v.3, p.81–104, 2022. <https://doi.org/10.1109/OJIES.2022.3144093>.

TEZER, T. **Multi-objective optimization of hybrid renewable energy systems with green hydrogen integration and hybrid storage strategies**. International Journal of Hydrogen Energy, v.142, p.1249–1271, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.03.006>.

GHOLIZADEH, M.H.; YOUSEFI, H.; HAJINEZHAD, A.; ABDOOS, M. **Optimization of the economic-technical model for hydrogen production with an approach to utilizing solar power plants and waste-to-energy conversion**. Fuel Communications, v.24, 100144, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfueco.2025.100144>.