



Nos Olhos  
Do  
SITE  
XI SEMANA  
UNIVERSITÁRIA

**Diversidade,  
Inclusão e  
Transformação Social**

## **SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID COM ARMAZENAMENTO HÍBRIDO BATERIA-HIDROGÊNIO: PROJETO E CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL EM BANCADA**

José R. M. Filho<sup>1</sup>

Lizandra Gadelha Rios<sup>2</sup>

Layla Mikaely Oliveira Freires<sup>3</sup>

Maria Cristiane Martins De Souza<sup>4</sup>

### **RESUMO**

A busca por energia limpa impulsiona a adoção de sistemas fotovoltaicos off-grid, cujo armazenamento em baterias, embora eficiente, sofre degradação por ciclagem e autodescarga, além de limitações de escalonamento para autonomia de longa duração. O hidrogênio, produzido por eletrólise da água a partir do sistema fotovoltaico, estocado em tanque de baixa pressão e reconvertido em eletricidade por célula PEM, constitui uma segunda rota de armazenamento, complementar à bateria: enquanto esta cobre respostas rápidas, o hidrogênio permite desacoplar produção e consumo por períodos mais longos, sem a autodescarga e a degradação típicas do banco de baterias. Este trabalho objetiva projetar e estruturar uma bancada experimental de energia fotovoltaica off-grid, com sistema de conexão rápida, integrando banco de baterias, eletrolisador, tanque de hidrogênio e célula PEM, caracterizando o armazenamento híbrido bateria-hidrogênio e seu potencial de reduzir a ciclagem da bateria e ampliar a autonomia do sistema. A bancada será composta por módulos fotovoltaicos, controlador de carga, banco de baterias, inversor de onda senoidal pura, eletrolisador alimentado pelo barramento de CC, tanque de hidrogênio de baixa pressão com materiais compatíveis e válvula de alívio, e célula PEM operando sob demanda; a interface de conexão rápida, com disjuntores individuais, permite acoplar e desacoplar os subsistemas, seguindo requisitos de segurança para hidrogênio em ambiente laboratorial, incluindo ventilação e detecção de vazamento. Serão analisadas a eficiência individual do eletrolisador e da célula, a eficiência round-trip do ciclo elétrica-hidrogênio-elétrica, a capacidade do tanque, a autonomia proporcionada ao sistema, a resposta a variações de irradiância e o impacto na frequência de ciclagem das baterias. Espera-se, com base na literatura, verificar se o armazenamento de hidrogênio reduz a ciclagem e a degradação da bateria e amplia a autonomia em períodos de baixa geração, ainda que sua eficiência elétrica seja inferior à da bateria. Conclui-se que o projeto tem potencial para consolidar uma bancada que valide, em escala reduzida, a complementaridade entre armazenamento eletroquímico e em hidrogênio, gerando parâmetros que subsidiem futura avaliação de escalonamento para aplicações de maior porte, incluindo eletrificação autônoma de comunidades isoladas.

**Agradecimentos institucionais:** à UNILAB e ao Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável pelo suporte estrutural, e à FUNCAP pelo financiamento concedido.

**Grande área do CNPq:** Engenharias.

**Propriedade intelectual:** não há elementos passíveis de proteção até o momento.

**Em que medida o meu trabalho contribui para "Diversidade, Inclusão e Transformação Social"?**

O trabalho contribui para o acesso à energia elétrica em regiões não atendidas pela rede convencional, contexto relevante para a integração com países lusófonos, onde a eletrificação autônoma é um desafio recorrente. Contribui também pela formação técnica de estudantes em hidrogênio verde, ampliando a capacitação em área estratégica para a transição energética; em perspectiva futura, os parâmetros obtidos podem subsidiar soluções de eletrificação autônoma para comunidades isoladas, rurais ou ribeirinhas.

**Palavras-chave:** Célula a Combustível PEM; Eletrólise da Água; Armazenamento de Energia; Sistema Fotovoltaico Off-Grid.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Discente, juniorm.albano@gmail.com<sup>1</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Discente, rioslyz27@gmail.com<sup>2</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Discente, laylamikaely16@gmail.com<sup>3</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Docente, mariacristiane@unilab.edu.br<sup>4</sup>