

## 15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

### CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UM ELETROLISADOR PARA PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDE A PARTIR DE UM GERADOR FOTOVOLTAICO

RAFAEL W. A. SANCHES<sup>1</sup>, VICENTE G. NETO<sup>2</sup>, EDUARDO S. HOJI<sup>3</sup>, BRUNO V. AMARANTE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Bacharelado em Engenharia da Computação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Birigui, rafael.sanches@aluno.ifsp.edu.br

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Mecânica, Professor, IFSP, Campus Birigui, gerlin@ifsp.edu.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Elétrica, Professor, IFSP, Campus Birigui, shigueo@ifsp.edu.br

<sup>4</sup> Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, Técnico de Laboratório, IFSP, Campus Birigui, bruno.amarante@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.00.00-7 Engenharia Elétrica

**RESUMO:** O foco do projeto é a construção e análise do funcionamento de um eletrolisador para a produção de Hidrogênio Verde, utilizando como principal fonte de energia um gerador fotovoltaico. Existem diversos métodos de produção de hidrogênio, muitos dos quais são pouco ecológicos e geram gases nocivos à atmosfera do nosso planeta. O projeto tem como objetivo a obtenção de Hidrogênio Verde por meio do processo de eletrólise da água, utilizando uma fonte de energia renovável. Com o intuito de alcançar um melhor custo-benefício, a produção de hidrogênio por meio de um eletrolisador é altamente recomendada, pois sua principal matéria-prima para o processo químico é a água. Foi iniciada a construção do eletrolisador e ao fim da análise de produção de hidrogênio, utilizaremos o eletrolisador construído para promover pesquisas e atividades didáticas em nosso campus, nas áreas de estudo sobre eletrólise e produção de combustíveis renováveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrogênio Verde; eletrolisador; energia renovável; custo-benefício.

### CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF AN ELECTROLYZER FOR PRODUCTION OF GREEN HYDROGEN FROM A PHOTOVOLTAIC GENERATOR

**ABSTRACT:** The project focuses on the construction and operation analysis of an electrolyzer for the production of Green Hydrogen, using a photovoltaic generator as the main energy source. There are several methods for producing hydrogen, many of which are not very environmentally friendly and generate gases that are harmful to our planet's atmosphere. The project aims to obtain Green Hydrogen through the process of water electrolysis, using a renewable energy source. To achieve a better cost-benefit, hydrogen production through an electrolyzer is highly recommended, since its main raw material for the chemical process is water. Construction of the electrolyzer has begun and, once the hydrogen production analysis is complete, we will use the constructed electrolyzer to promote research and educational activities on our campus, in the areas of study on electrolysis and production of renewable fuels.

**KEYWORDS:** Green Hydrogen; electrolyzer; renewable energy; cost-benefit.

### INTRODUÇÃO

O aquecimento global é um fenômeno responsável pelo aumento anormal da temperatura média em nosso planeta, uma prova indiscutível desse aumento foram os dados mostrados pelo serviço europeu

de mudança climática (Copernicus, 2024), revelando que 2023 foi o ano mais quente em nosso planeta desde 1850, ano considerado como período pré-industrial da humanidade.

Um dos principais fatores que vem contribuindo para o aquecimento global é a emissão de gases que aumentam o efeito estufa no planeta, um processo natural que ocorre quando alguns gases seguram parte da radiação solar dentro da atmosfera, alguns dos principais gases que causam esse efeito são Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) e Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) (Yang, 2014).

Atualmente, os maiores emissores dos gases que influenciam o efeito estufa incluem a combustão de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral, gás natural), atividades pecuárias, práticas agrícolas, decomposição de resíduos orgânicos e atividades industriais (Santos, 2021).

Para combater o aquecimento global visando um futuro que seja sustentável, diversas opções de fontes renováveis de energia vêm sendo estudadas nos últimos anos, uma em particular chamada de Hidrogênio Verde, o hidrogênio é o elemento mais simples e abundante do universo, ele está presente em quase tudo. Ele compõe 75% da massa do universo e 90% de suas moléculas, como a água (H<sub>2</sub>O) e as proteínas nos seres vivos. O chamamos de Hidrogênio Verde quando ele é produzido a partir de fontes renováveis, utilizando, por exemplo, energia eólica ou solar (Bezerra, 2021).

O processo de eletrólise é um método utilizado na obtenção de reações de oxirredução, em soluções eletrolíticas, este processo se baseia na passagem de uma corrente elétrica contínua através de um sistema líquido que tenha íons presentes, gerando assim, reações químicas, responsáveis pelo processo eletroquímico de dissociação, onde o resultado dessas reações desencadeadas são as moléculas separadas de hidrogênio e oxigênio (Russel, 1994).

Chegamos ao eletrolisador, que é o equipamento responsável por realizar o processo eletroquímico de eletrólise, o eletrolisador é composto de placas metálicas, denominadas eletrodos (anodo e catodo). No anodo o gás produzido é o oxigênio e no catodo o hidrogênio (Rezende, 2021).

O objetivo deste projeto, é apresentar o processo de construção e análise de um eletrolisador, utilizando os conceitos apresentados para produzir hidrogênio de forma limpa com baixo custo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A construção do nosso eletrolisador será feita utilizando como base os conceitos de eletrólise estudados por Michael Faraday (1791-1867), o físico-químico inglês foi quem estudou e propôs regras para a compreensão da eletrólise através de experimentos divulgados pelo autor (Faraday, 2004).

A estrutura interna do eletrolisador inclui placas responsáveis por separar os reservatórios em três partes diferentes, esses são os números **2**, **3** e **8** que podem ser observados na Figura 1. O número **1** é a estrutura externa principal do eletrolisador, o número **9** são as mangueiras responsáveis pela conexão dos reservatórios. Os números **4** e **5** são os eletrodos de aço inox 316L, esse material é extremamente resistente a oxidação. Por fim, o número **7** representa a posição onde os pólos positivo e negativo serão conectados aos eletrodos.

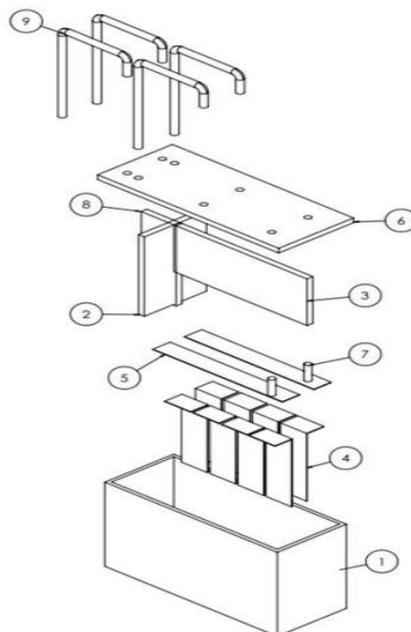


FIGURA 1. Vista explodida do eletrolisador (Rezende, 2021).

O protótipo será construído utilizando placas de acrílico de 8 milímetros de espessura para a estrutura externa e divisórias internas, responsáveis por separar o reservatório, as medidas e quantidades utilizadas são mostradas na Tabela 1.

TABELA 1. Identificação das placas de acrílico usadas no eletrolisador.

Placas	Área	Espessura	Unidades
A	31.6 cm x 18 cm	8 mm	2
B	18 cm x 12 cm	8 mm	2
C	30 cm x 12 cm	8 mm	1
D	17.2 cm x 12 cm	8 mm	1
E	17.2 cm x 4.8 cm	8 mm	1
F	23 cm x 4 cm	8 mm	1
G	35 cm x 17 cm	8 mm	1
H	2.5 cm x 1.5 cm	8 mm	6

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Construção da parte externa será feita utilizando as placas **A**, **B** e **C**, como mostrado na Figura 2. Para a modelagem inicial foram feitos modelos 3D utilizando o ambiente de desenvolvimento TinkerCad.

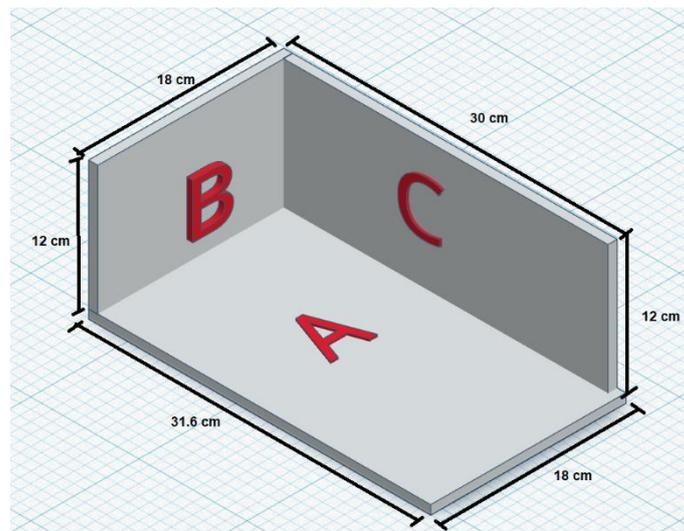


FIGURA 2. Estrutura externa do eletrolisador.

A placa **D** é responsável por separar os dois reservatórios do eletrolisador, o reservatório maior será o de produção de gás, onde ficarão os eletrodos e a água, e o menor será o de filtragem de vapor, onde ficarão armazenados os gases. A placa **F** divide o reservatório de produção de gás em duas partes. A placa **E** divide o reservatório de produção de filtragem de vapor em dois, como mostra a Figura 3.

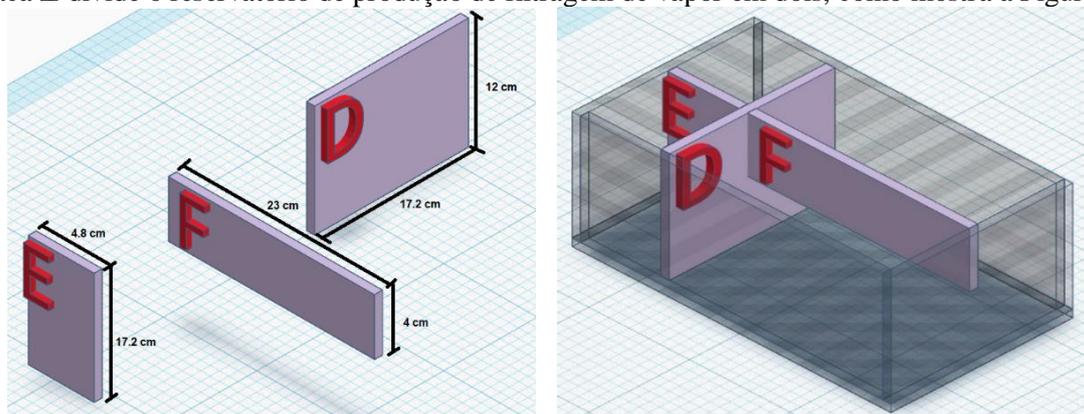


FIGURA 3 e 4. Peças utilizadas para montar a separação interna dos reservatórios do eletrolisador.

E para os eletrodos, utilizaremos o inox 316L, esse aço possui uma taxa baixa de carbono em sua composição, que garante uma maior resistência à corrosão interna, possui ótima resistência a altas temperaturas, e boa condutividade elétrica. Serão usados dois eletrodos, (1) e (2), possuindo medidas de 15 cm x 20 cm x 0,1 cm, que serão dobrados em formato de L, e posicionados dentro do reservatório de produção de gás, é possível observar a posição dos eletrodos na Figura 5.

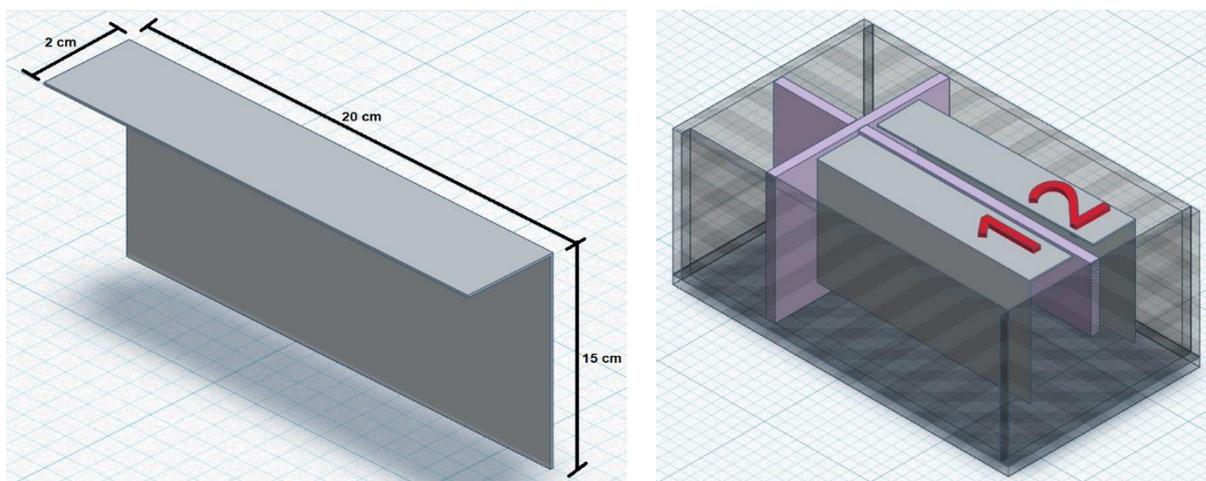


FIGURA 5 e 6. Dimensionamento e posição dos eletrodos dentro do reservatório de produção de gás.

Com a modelagem realizada foi possível iniciar os primeiros passos para a construção do eletrolisador, primeiramente foi montada a estrutura externa utilizando as placas de acrílico A, B e C, a junção das placas será feita utilizando a cola K-420/P com a ajuda de uma seringa.

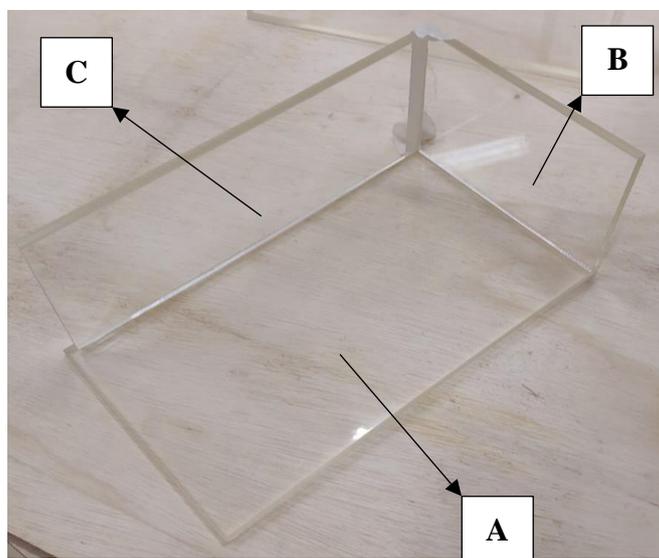


FIGURA 7. Primeira etapa de construção do eletrolisador.

Após a finalizada a construção da parte externa do eletrolisador, foram utilizadas as peças D e E para construir os reservatórios internos, dividindo o eletrolisador entre o reservatório de produção de gases (1), e os reservatórios de armazenamento dos gases oxigênio (2a) e hidrogênio (2b), como mostra a figura 7.

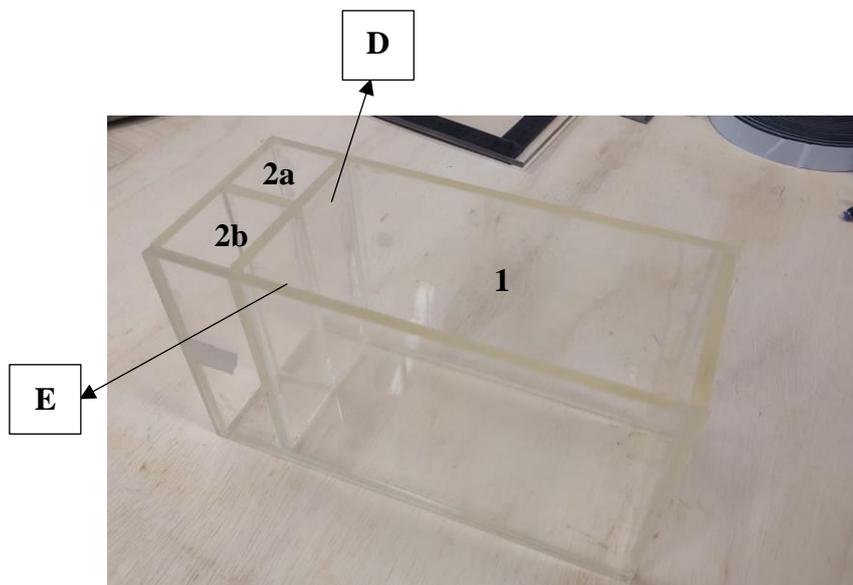


FIGURA 8. Construção dos reservatórios internos do eletrolisador.

A peça de acrílico **G** será utilizada como a tampa eletrolisador, para esta etapa foram feitos furos na peça em pontos específicos, que serão utilizados para a passagem dos parafusos e conexões pneumáticas. Seguidamente, para realizar a vedação da tampa foi utilizado a esponja de etileno-propileno-dieno-monomer (EPDM), que possui cola em uma de suas faces e é crucial para vedar as extremidades dos reservatórios do eletrolisador.

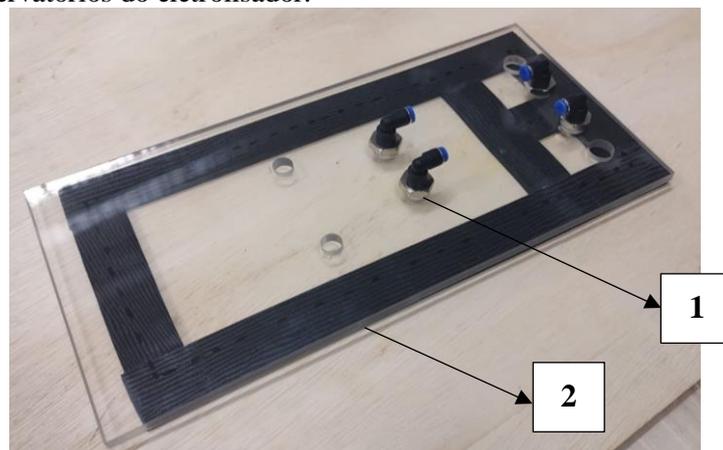


FIGURA 9. Posição dos joelhos pneumáticos (1) e da esponja de vedação (2).



FIGURA 10. Posicionamento da tampa em relação a estrutura principal do eletrolisador.

Como mostrado na figura 9, pode-se observar o protótipo ganhando forma, porém, ainda resta posicionar a peça **F** à estrutura interna do eletrolisador, que é responsável por impedir que os gases se

misturem no reservatório de produção, finalizar o sistema pneumático que transportará os gases dentro do eletrolisador, e preparar as peças acrílicas **H**, que serão usadas para fixar a tampa na estrutura principal com o auxílio de parafusos.

## CONCLUSÕES

A etapa do projeto foi concluída, foram realizadas a modelagem e iniciada a construção do eletrolisador. Como continuidade, será finalizado o protótipo e iniciada a fase testes de geração de hidrogênio. Serão realizados testes adicionais caso necessite de ajustes, e os resultados obtidos serão documentados, para possibilitar uma análise posterior da eficiência energética do eletrolisador, além de uma avaliação técnica e econômica do sistema de produção de hidrogênio. Com o gerador finalizado, o equipamento será utilizado como material didático em nosso campus, promovendo assim o ensino e a pesquisa na área de combustíveis renováveis.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Rafael Willian Almeida Sanches procedeu com a pesquisa, modelagem e construção do eletrolisador. Bruno Verza Amarante atuou como orientador, oferecendo suporte nas etapas práticas, principalmente na construção do protótipo.

Vicente Gerlin Neto e Eduardo Shigueo Hoji atuam como colaboradores, contribuindo com apoio para modelagem do protótipo, construção dos sistemas pneumáticos e elétricos do projeto.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP e ao programa PIBIFSP pelo apoio financeiro, tornando possível a realização deste projeto.

## REFERÊNCIAS

BERTOLO, A. J; KOPPLIN, B. W; BERTOLO, J. P; SILVA, L. D; CASSOL, F. Combustíveis fósseis: panorama de produção e consumo no Brasil. **Gestão e Desenvolvimento em Revista**, [S.l.], v. 8, n. 1, p.102-123, 2022.

FARADAY, M. **Experimental Researches in Electricity**. Dover Publications, v. 1, 1. ed, 2004.

HAUSFATHER, Z. Planet endures record-hot April, as scientists warn 2024 could beat records for second year in a row. [Entrevista concedida a] Laura Paddison. **CNN World**, Atlanta, 07 mai. 2023.

IEA. Electricity consumption. **International Energy Agency**. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/electricity-information-overview/electricity-consumption>. Acesso em: 23 mai. 2024

LOPEZ, N. 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5°C limit. **Copernicus Climate Change Service**. Disponível em: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>. Acesso em: 05 mai. 2024.

REZENDE, L. A. **Desenvolvimento e análise experimental de um gerador de hidrogênio por eletrólise**, 2021, 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2021.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. Pearson Makron Books, v. 1, 2. ed, 1994.

SANTOS, S. C. **Emissão de gases do efeito estufa e estoque de carbono no solo em cenários de mudanças climáticas e uso da terra na bacia estendida do rio São Francisco**, 2021, 182 f. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) – Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2021.

YANG, L; LU, F; ZHOU, X; WANG, X; DUAN, X; SUN, B. Progress in the studies on the greenhouse gas emissions from reservoirs. **Acta Ecologia Sinica**, [S.l.], v. 34, n. 4, p.204-212, 2014.