



Fortaleza, Ceará
Centro de Eventos do Ceará

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY

Optimizing renewable energy: advanced strategies for enhanced efficiency and sustainability

DESING 3D DE ELETROLISADOR 'Nogap' COM MEMBRANAS E ELETRÓDOS A BASE DE QUITOSANA

3D DESING OF A 'Nogap' ELECTROLYSER WITH CHITOSAN-BASED MEMBRANES AND ELECTRODES

Autores: Leonardo Ciriaco Facundo¹, Santino Loruan Silvestre de Melo², Ênio Pontes de Deus³

¹Universidade Federal do Ceará – Centro de Tecnologia – Departamento de Engenharia de Engenharia Metalúrgica e de Materiais –
Laboratório de Mecânica da Fadiga e Fratura (LAMEFF)
leo.ciriaco.lc@gmail.com

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e apresentar o design 3D de um eletrolisador do tipo “Nogap”. O projeto foi elaborado em software CAD e fabricado em impressão 3D com estrutura em PLA. Para os componentes internos, utilizaram-se eletrodos produzidos a partir de grafite retificado com quitosana e membranas poliméricas de quitosana, buscando reduzir custos e substituir materiais sintéticos convencionais por alternativas sustentáveis.

Os ensaios realizados demonstraram que o sistema foi funcional, sendo capaz de realizar a eletrólise da água, gerar hidrogênio e oxigênio e armazenar os gases produzidos. Tanto os eletrodos quanto as membranas apresentaram resistência e estabilidade suficientes durante os testes, e o eletrolisador manteve fluxo contínuo do eletrólito sem ocorrência de vazamentos.

Conclui-se que a modelagem e fabricação do eletrolisador “Nogap” foram bem-sucedidas, resultando em um protótipo funcional e promissor.

Palavras-chave: quitosana; eletrolisador; impressão 3D;

ABSTRACT

This work aimed to develop and present the 3D design of a “Nogap” type electrolyzer. The project was modeled using CAD software and manufactured by 3D printing with a PLA structure. For the internal components, electrodes made from graphite rectified with chitosan and polymeric chitosan membranes were employed, seeking to reduce costs and replace conventional synthetic materials with sustainable alternatives.

The tests carried out demonstrated that the system was functional, being able to perform water electrolysis, generate hydrogen and oxygen, and store the produced gases. Both the electrodes and the membranes showed sufficient resistance and stability during the experiments, and the electrolyzer maintained a continuous flow of electrolyte without leakage.

It is concluded that the modeling and fabrication of the “Nogap” electrolyzer were successful, resulting in a functional and promising prototype..

Keywords: Chitosan; Electrolyser; 3D Printing;



Fortaleza, Ceará
Centro de Eventos do Ceará

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY

Optimizing renewable energy: advanced strategies for enhanced efficiency and sustainability

1 INTRODUÇÃO

A busca por fontes de energia renováveis, de menor custo e baixo impacto ambiental, tornou-se prioridade diante dos desafios globais relacionados à transição energética para a redução das emissões de carbono na atmosfera. Nesse contexto, a produção de hidrogênio por eletrólise da água se apresenta como uma tecnologia promissora, pois possibilita a obtenção de um combustível limpo, eficiente e com emissão zero de carbono durante sua utilização.

O presente trabalho propõe o Design 3D de um eletrolisador do tipo “Nogap”, incorporando conceitos da Indústria 4.0, como manufatura aditiva, modelagem tridimensional e prototipagem rápida. O uso dessas ferramentas possibilita maior precisão no desenvolvimento, além de facilitar a reprodução, customização e aplicação em escala laboratorial, representando um avanço no processo de fabricação dos componentes do eletrolisador.

No que se refere aos componentes eletroquímicos, este projeto contempla a aplicação da quitosana na produção de membranas e na retificação de grafite para obtenção de placas utilizadas como eletrodos. A escolha desse biopolímero deve-se às suas propriedades de abundância, baixo custo, biodegradabilidade e potencial para substituir materiais sintéticos tradicionalmente empregados, como as membranas à base de Náfion. O que contribui para a construção de um sistema mais sustentável e economicamente viável.

Assim, o objetivo é demonstrar a modelagem e a fabricação do eletrolisador “Nogap” com o uso da impressão 3D. Unindo inovação, sustentabilidade e eficiência, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de produção de hidrogênio mais acessíveis e alinhados às metas globais de descarbonização.

2 METODOLOGIA

Para a construção do eletrolisador (Figura 3), foram utilizadas placas confeccionadas a partir de modelos desenvolvidos no software SolidEdge (Figura 4 e 5). O desenho final das placas foi exportado em formato STL e processado no software da Creality (Figura 6), sendo posteriormente impresso em PLA na impressora 3D Creality K2 Plus. As placas em PLA vermelho e preto constituíram a estrutura do eletrolisador sendo fixadas com presilhas de pressão e vedadas com fita isolante..



Figura 1 e 2: Placas de PLA

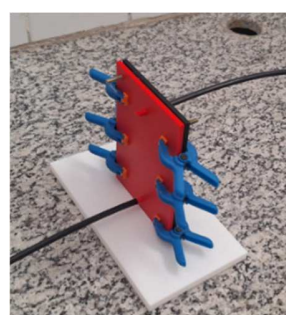


Figura 3: Montagem do eletrolisador



Fortaleza, Ceará
Centro de Eventos do Ceará

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY

Optimizing renewable energy: advanced strategies for enhanced efficiency and sustainability

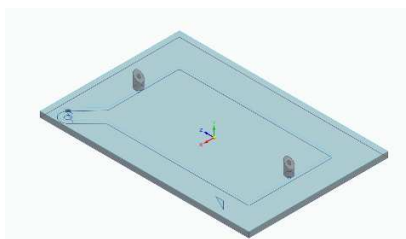


Figura 4: Parte externa do eletrolisador

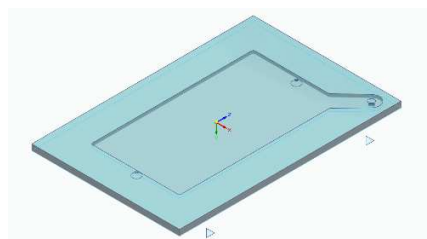


Figura 5: Parte Interna do eletrolisador

Os eletrodos (Figura 6) foram produzidos a partir de uma mistura de 70% de grafite e 30% de quitosana. A obtenção das membranas é feita de acordo com os estudos realizados na tese de doutorado do Prof. Santino Loruan. Na Figura 6 é possível observar o conjunto eletrodo–membrana antes da moldagem para utilização no eletrolisador.



Figura 6: Conjunto Membrana + Eletrodos

Para coleta e armazenamento dos fluidos foram utilizados dois frascos de vidro de 500 mL com tampa rosqueável (Figura 7), destinados ao armazenamento da água do eletrólito. A separação e armazenamento dos gases obtidos, hidrogênio e oxigênio, foi realizada através de bolsas plásticas adaptadas com conexões e válvulas de saída (Figura 8), permitindo a coleta individual de cada um.



Figura 7: Frascos de vidro



Figura 8: Bolsas de ar



Fortaleza, Ceará
Centro de Eventos do Ceará

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY

Optimizing renewable energy: advanced strategies for enhanced efficiency and sustainability

O sistema montado (Figura 9) foi conectado a uma fonte de corrente contínua, acoplada a um multímetro digital para monitoramento da diferença de potencial e corrente elétrica durante a eletrólise. Tubos flexíveis de silicone foram utilizados para o transporte dos gases e da solução eletrolítica.

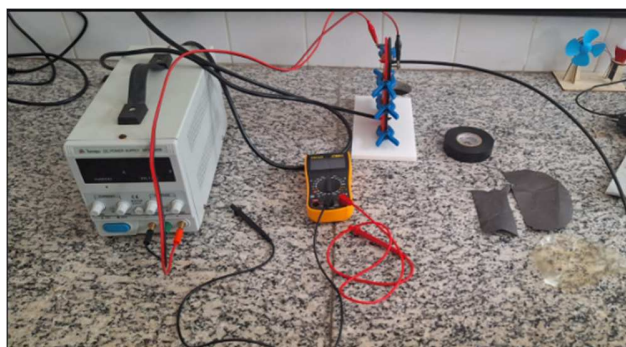


Figura 9: Eletrolisador montado, conectado a fonte para funcionamento

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O eletrolisador construído mostrou-se funcional, sendo a eletrólise efetivamente capaz de gerar hidrogênio e oxigênio. O sistema também se mostrou eficiente no armazenamento dos gases, que foram devidamente coletados nas bolsas de ar. Observou-se que os eletrodos produzidos com a mistura de grafite e quitosana apresentaram resistência mecânica e eletroquímica suficientes para suportar o processo, sem apresentar rupturas ou desgaste visível após os ensaios iniciais.

Da mesma forma, a membrana de quitosana demonstrou estabilidade estrutural, mantendo-se íntegra durante a operação e atuando de forma satisfatória como separadora do sistema. O eletrolisador, no geral, não apresentou vazamentos de água, e o fluxo do eletrólito se manteve contínuo, confirmando a eficiência do design projetado e impresso em 3D.

Apesar desses resultados positivos, ainda restam etapas a serem desenvolvidas para uma avaliação mais aprofundada do desempenho do sistema. Entre elas destacam-se: testes de densidade de corrente por área, estudos de degradação dos eletrodos e membranas ao longo do tempo, análise da adição de catalisadores ou espumas GDL (Gas Diffusion Layer) para melhoria da eficiência, bem como a determinação do tempo de vida útil dos componentes em operação contínua. Esses testes são fundamentais para validar o potencial do dispositivo em aplicações práticas de maior escala..

4 CONCLUSÕES

A montagem e modelagem 3D do eletrolisador do tipo “Nogap” mostraram-se viáveis e eficazes, resultando em um sistema funcional capaz de realizar a eletrólise da água e gerar hidrogênio. O desempenho dos eletrodos e membranas à base de quitosana foi satisfatório nos testes, apresentando resistência e estabilidade satisfatórias.



Fortaleza, Ceará
Centro de Eventos do Ceará

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY

Optimizing renewable energy: advanced strategies for enhanced efficiency and sustainability

O design projetado em software CAD e produzido por manufatura aditiva demonstrou ser robusto, garantindo estanqueidade e fluxo contínuo de água sem vazamentos. Esses resultados confirmam a possibilidade da proposta em unir conceitos de Indústria 4.0 com o uso de materiais alternativos e sustentáveis, como a quitosana.

Entretanto, para consolidar o desenvolvimento do sistema, ainda é necessário aprofundar os ensaios, especialmente em relação à eficiência eletroquímica, durabilidade dos materiais e otimização dos componentes internos. Esses passos serão essenciais para avançar em direção a um protótipo mais completo.

REFERÊNCIAS

MELO, Santino Loruan Silvestre de. Compósitos de quitosana aditivados com nanocelulose e óxido de grafeno (GO) para eletrolisadores PEM. 2024. 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Materiais) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024

PHILLIPS, Robert; DUNNILL, Charles W. Zero gap alkaline electrolysis cell design for renewable energy storage as hydrogen gas. RSC Advances, v. 6, p. 100643-100651, 2016. DOI: 10.1039/C6RA22242K.