

ESTUDO DOS PROCESSOS DE OPTMIZAÇÃO DE UM ELETROLIZADOR PEM PARA PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDE

Luis Victor Rocha dos Santos¹; Chrislaine do Bomfim Marinho²; Fernando Luiz Pellegrini Pessoa³

¹ Senai CIMATEC (Bolsista); Iniciação científica – CNPQ; luis.v.santos@aln.senaicimatec.edu.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; chrislaine.marinho@fieb.org.br

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; fernando.pessoa@fieb.org.br

RESUMO

O estudo dos processos de otimização de um eletrolizador PEM para a produção de hidrogênio verde é essencial para o avanço da tecnologia sustentável. A análise detalhada desses componentes, como as membranas de troca de prótons e os catalisadores, é crucial para maximizar a eficiência do processo de eletrólise e garantir a produção eficaz de hidrogênio verde. Além disso, a escolha criteriosa de fontes de energia renovável, aliada à otimização do design e da configuração do eletrolizador, desempenha um papel fundamental na viabilização dessa tecnologia. Portanto, este resumo tem como objetivo destacar o estudo dos processos de otimização de um eletrolizador pem para produção de hidrogênio verde.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrogênio; Eletrólise; Sustentabilidade, Eletrolizador PEM

1. INTRODUÇÃO

A eletrólise PEM é um processo eletroquímico que utiliza uma membrana de troca de prótons para dividir a água em hidrogênio e oxigênio, utilizando eletricidade gerada a partir de fontes renováveis, este processo é crucial para a transição energética rumo a fontes mais sustentáveis¹. Os componentes do eletrolizador, como a membrana de troca de prótons e os catalisadores, desempenham papéis fundamentais no processo eletrolítico, facilitando a separação dos íons de hidrogênio e oxigênio e aumentando a eficiência global do dispositivo. Além disso, a configuração e o design do eletrolizador também são elementos-chave a serem considerados, pois podem influenciar significativamente a área de superfície disponível para as reações eletroquímicas, impactando diretamente na eficácia e no desempenho do sistema¹. A utilização de fontes de energia renovável, como a energia solar e eólica, é outra peça fundamental no processo, garantindo que a produção de hidrogênio seja verdadeiramente verde e sustentável, contribuindo assim para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas¹.

O H₂ reduzido da superfície do cátodo para recombinar-se em forma gasosa, enquanto os íons hidroxila (OH) transferem-se sob a influência do circuito elétrico entre ânodo e cátodo através do diafragma poroso até o ânodo, onde são descarregados para formar 1/2 molécula de oxigênio (O₂) e uma molécula de água (H₂O)¹. Nesse contexto compreensão aprofundada dos componentes essenciais do eletrolizador PEM e de seu funcionamento é essencial para o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e econômicas para a produção de hidrogênio verde em larga escala. Entender melhor esses elementos e suas interações, podemos avançar na busca por soluções energéticas mais limpas e sustentáveis, que desempenhem um papel crucial na construção de um futuro energético mais verde e resiliente, contribuindo diretamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas.

2. METODOLOGIA

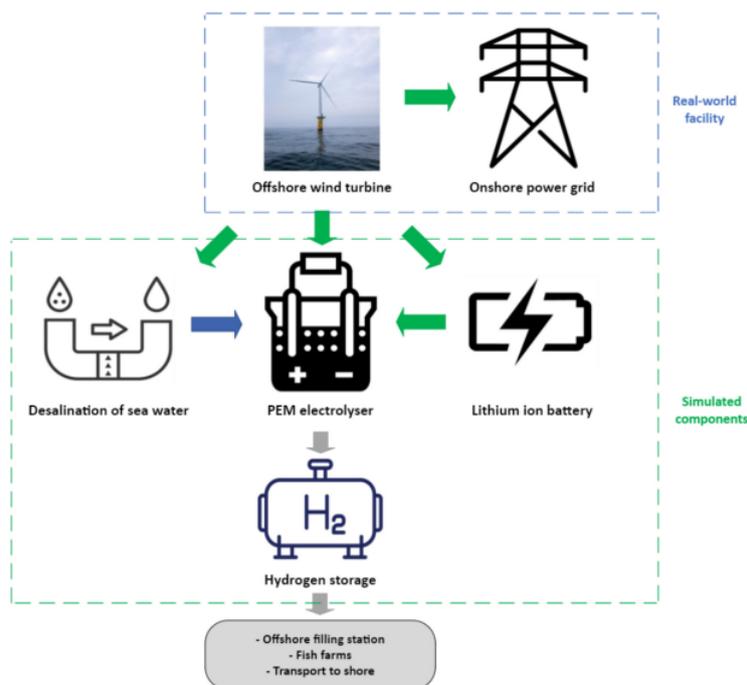
Este estudo é caracterizado como uma revisão bibliográfica, com o objetivo de analisar e sintetizar as informações disponíveis sobre processos de otimização de um eletrolizador de membrana de troca de prótons (PEM) para a produção de hidrogênio verde. O estudo foi conduzido em ambiente virtual, utilizando bases de dados científicas, periódicos especializados e materiais acadêmicos disponíveis online. O período de coleta de dados abrangerá os anos mais recentes, priorizando publicações dos últimos cinco anos para garantir a atualidade das informações. Os artigos selecionados serão avaliados quanto à sua relevância e qualidade metodológica. A análise dos dados será realizada de forma qualitativa, com a síntese e interpretação das informações encontradas, destacando os processos de otimização dos eletrolisadores PEM e sua importância para a produção de hidrogênio verde.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os principais tipos de eletrolise possuem desvantagens notáveis. A eletrólise alcalina da água (AWE) enfrenta desafios como densidades de corrente limitadas, baixa pressão de operação e eficiência energética. Já a eletrólise de óxido sólido (SOE) destaca-se pela temperatura de operação mais alta, mas enfrenta problemas de estabilidade e degradação. Por sua vez, na eletrólise PEM, a sua principal desvantagem é o preço dos seus catalisadores metálicos¹. A eletrólise microbiana enfrenta desafios como potencial eletroquímico insuficiente e alta resistência interna, exigindo abordagens específicas para sua comercialização¹.

A produção total de hidrogênio e o custo de produção dependem tanto da eficiência da turbina eólica quanto do custo da eletricidade². As condições ideais para um sistema de produção de hidrogênio offshore desse tipo envolvem uma alta eficiência da turbina eólica, juntamente com um baixo custo da eletricidade. Além disso, a utilização de baterias de lítio para armazenar a energia gerada pela turbina eólica durante os períodos de alta produção pode otimizar ainda mais o processo². A destilação de água do mar para obtenção de água pura, que é então utilizada no processo de eletrólise para produção de hidrogênio, é outro componente importante a ser considerado como pode ser visto na figura 1. Por fim, o armazenamento eficiente do hidrogênio produzido é crucial para garantir um fornecimento contínuo e estável de energia, contribuindo para a viabilidade econômica e operacional do sistema como um todo².

Figura 1: Exemplo de sistema de eletrolisador pem.



Fonte: Zephyros

O catalisador de IrO₂, ou dióxido de irídio, é um material amplamente utilizado em eletrocatalise devido às suas excelentes propriedades catalíticas, porém, é importante destacar que o desempenho do catalisador de IrO₂ pode ser afetado por fatores como a sua morfologia, estrutura cristalina e estado de oxidação³. Um estudo feito por WEISS et al. (2019) propôs a pausa intermitente da operação do eletrolisador. Foi observado um aumento inicial na performance durante os primeiros 10 ciclos (≈50 mV), enquanto o ciclo prolongado levou a uma diminuição significativa na performance devido ao aumento do Fator de Resistência de Hidrogênio (HFR) (≈1,6 vezes após 700 ciclos)³.

A subsequente oxidação do catalisador durante os períodos de operação leva à transformação do IrO₂ cristalino em óxido de irídio amorfo, evidenciado a evolução das características de Ir metálico e óxido de irídio amorfo em um CV. O óxido de irídio amorfo é conhecido por apresentar uma atividade mais alta em comparação com o IrO₂ cristalino, explicando o aumento inicial na performance⁴.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na literatura foi possível notar que os os elementos críticos de um eletrolisador PEM relevante para a produção de hidrogênio verde foram analisados acima. No entanto, abordando uma perspectiva imprescindível para fontes de energia mais sustentáveis, a literatura existente destaca a importância de entender melhor os materiais escolhidos, a saber, membranas de trocas de prótons e catalisadores a serem envolvidos de modo a maximizar sua eficácia e longevidade. Paralelamente, a escolha cuidadosa de uma fonte de energia renovável e a maximização do dimensionamento e projeto do eletrolisador são uma estratégia viável para impulsionar a produção de hidrogênio verde eficaz.

Agradecimentos

Agradecemos ao SENAI CIMATEC pela disponibilização de sua estrutura para a realização das pesquisas e a Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa. Sem essa colaboração, muitos estudos não seriam possíveis, e a contribuição da instituição é de grande importância para o avanço da ciência e tecnologia em nosso país.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ SHIVA KUMAR, S.; HIMABINDU, V. **Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review**. Materials Science for Energy Technologies, [s. l.], vol. 2, no. 3, p. 442–454, 2019.
- ² EGELAND-ERIKSEN, Torbjørn et al. **Simulating offshore hydrogen production via PEM electrolysis using real power production data from a 2.3 MW floating offshore wind turbine**. International Journal of Hydrogen Energy, [s. l.], vol. 48, no. 74, p. 28712–28732, 2023
- ³ WEISS, A. et al. **Impact of Intermittent Operation on Lifetime and Performance of a PEM Water Electrolyzer**. Journal of The Electrochemical Society, [s. l.], vol. 166, no. 8, p. F487–F497, 2019.
- ⁴ CARMO, Marcelo et al. **A comprehensive review on PEM water electrolysis**. International Journal of Hydrogen Energy, [s. l.], vol. 38, no. 12, p. 4901–4934, 2013.