

Eletrogeração de peróxido de hidrogênio utilizando eletrodos de difusão gasosa de Carbono Printex XE2B modificados com ferroceno

Maria Clara Vieira Felipe

Isabela Fiori de Araújo

Marcos Roberto de Vasconcelos Lanza

Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo

mariac_felipe@usp.br

Objetivos

A reação de redução de oxigênio (RRO) via transferência de 2 elétrons, responsável pela formação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), tem sido amplamente estudada em função de suas diversas aplicações. Materiais carbonáceos, como o Printex XE2B (CPXE2B), são reconhecidos por sua seletividade na formação de peróxido [1]. Entretanto, a busca por eletrocatalisadores mais ativos e eficientes motivou a investigação da modificação do CPXE2B com ferroceno. Neste trabalho, foram preparados e caracterizados materiais híbridos, cujas propriedades físico-químicas foram avaliadas por técnicas específicas de caracterização. Ensaios eletroquímicos realizados em solução de K_2SO_4 demonstraram que a presença de ferroceno promoveu melhorias significativas na atividade e seletividade da RRO, resultando em uma eletrogeração de H_2O_2 mais produtiva. Os resultados confirmaram que a modificação do CPXE2B com ferroceno é uma estratégia eficaz para potencializar seu desempenho eletrocatalítico, consolidando-o como material promissor para aplicações na produção eletroquímica de peróxido de hidrogênio.

Métodos e Procedimentos

Os eletrodos de difusão gasosa (EDG) foram preparados utilizando-se massas de ferroceno em relação ao material carbonáceo de acordo com a proporção massa/massa 2, 5, 15 e 30%. Utilizou-se uma célula eletroquímica de vidro sob fluxo de O_2 , empregando o EDG como eletrodo de trabalho, Ag/AgCl (KCl 3 mol L^{-1}) como referência e titânio platinizado como contraeletrodo. O sistema operou sob agitação mecânica, temperatura controlada (20 °C) e solução de K_2SO_4 0,1 mol L^{-1} , ajustada a pH 9,0 (KOH). Ensaios foram realizados em diferentes potenciais (-0,7 a -2,8 V) utilizando um potenciómetro/galvanostato (Methrom Autolab PGSTAT 128 N). A quantificação do H_2O_2 eletrogerado in situ foi feita por espectrofotometria UV-Vis, seguindo o método de Chai et al. [2], com amostras coletadas em intervalos de até 90 min e complexadas com molibdato de amônia. Os valores de potencial de célula e corrente resultantes do experimento serão utilizados para cálculo de valores de consumo energético e a eficiência energética envolvida na eletrogeração do H_2O_2 .

Resultados

A incorporação de 2% de ferroceno ao CPXE2B aplicado em eletrodo de difusão gasosa (EDG) promoveu uma melhora no

desempenho eletroquímico. Aplicando -2,1 V, o material modificado alcançou uma produção de H_2O_2 de 614 mg L^{-1} , ligeiramente superior à obtida com o EDG contendo apenas CPXE2B (590 mg L^{-1}). Apesar da diferença relativamente pequena na quantidade de peróxido gerado, o benefício mais significativo foi observado no consumo energético, que apresentou uma expressiva redução: $23,56 \text{ kWh kg}^{-1}$ para o CPXE2B@2% Ferroceno, em comparação com $74,46 \text{ kWh kg}^{-1}$ para o CPXE2B puro. Esses resultados evidenciam que a modificação com ferroceno não apenas contribui para aumentar a eficiência de produção de H_2O_2 , como também torna o processo substancialmente mais econômico em termos de energia.

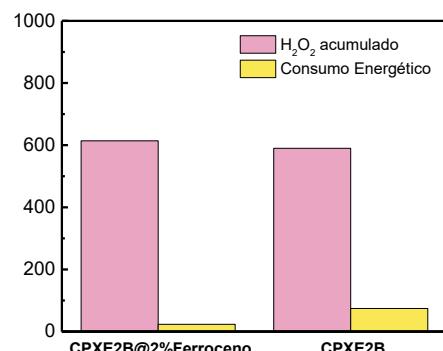


Figura 1: Comparações do desempenho de CPXE2B @ 2% Ferroceno e CPXE2B puro para eletrogeração in situ de H_2O_2 e consumo energético no potencial aplicado de -2,1V.

Conclusões

Conclui-se que a modificação do CPXE2B com 2% de ferroceno em eletrodos de difusão gasosa se mostrou uma estratégia eficaz, resultando em aumento da produção de H_2O_2 e, principalmente, em uma expressiva redução no consumo energético. Esses resultados destacam o potencial do material como alternativa promissora para a produção eletroquímica de peróxido de hidrogênio de forma mais eficiente e sustentável.

Os autores declaram não haver conflito de interesses. Autora Maria Clara V. Felipe concebeu e planejou o estudo, realizou a coleta e análise dos dados. Autores Isabela F. Araújo e Marcos R. V. Lanza participaram da redação e revisão final do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final do resumo.

Agradecimentos

CNPq, FAPESP (#2022/12895-1 e #2023/10846-6) e CAPES.

Referências

- [1] L.C. Trevelin, R.B. Valim, J.C. Lourenço, A. De Siervo, R.S. Rocha, M.R.V. Lanza, Advanced Powder Technology, 34 (2023)
- [2] X-S. Chai, Q-X. Hou, Q. Luo, and J.Y. Zhu, Rapid determination of hydrogen peroxide in the wood pulp bleaching streams by a dual-wavelength spectroscopic method, Analytica Chimica Acta, (2004), 507, 281-284.