

DEGRADAÇÃO DO FÁRMACO FUROSEMIDA EM MATRIZES AQUOSAS POR PROCESSOS BASEADOS EM H₂O₂/UV UTILIZANDO ELETRODO DE DIFUSÃO GASOSA MODIFICADO COM WO₃

Geovanna Ribeiro Santos

Marcos Roberto de Vasconcelos Lanza

Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo

geovanna.ribeiro@usp.br

Objetivos

Este projeto visa o desenvolvimento de eletrodos de difusão gasosa (EDGs) modificados com óxido de tungstênio (WO₃) para otimizar a geração in situ de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) via reação de redução de oxigênio (ORR), com posterior aplicação no tratamento do fármaco furosemida em meio aquoso. A proposta explora o potencial dos EDGs como cátodos ativos em processos eletroquímicos oxidativos avançados, contribuindo para tecnologias sustentáveis de purificação de água.

Métodos e Procedimentos

Os EDGs foram preparados com carbono Printex L6 (CPL6), politetrafluoroetileno (PTFE) e diferentes porcentagens de WO₃ (1%, 2%, 3%, 5% e 7%), seguindo protocolo adaptado de laminação e prensagem a quente. A caracterização morfológica foi realizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), RAMAN e difração de raios X (DRX), com foco na distribuição do catalisador e na manutenção da estrutura porosa. A avaliação eletroquímica foi conduzida por voltametria cíclica e RRDE, em diferentes faixas de pH, para identificar a

condição mais favorável à seletiva formação de H₂O₂. A quantificação da espécie oxidante foi feita por espectrofotometria UV-vis utilizando o método do peroximolibdato.

Resultados

Até o momento, a caracterização físico-química dos eletrodos revelou boa incorporação do WO₃ à matriz carbonácea, com preservação da estrutura porosa característica dos EDGs. Os dados de MEV sugerem uma distribuição relativamente homogênea das partículas de WO₃ sobre a superfície condutora, enquanto os difratogramas de DRX confirmaram a presença da fase cristalina monoclinica do óxido. Nos testes eletroquímicos preliminares, os EDGs modificados demonstraram perfis voltamétricos característicos da reação de redução de oxigênio (ORR) e estabilidade de corrente em cronoamperometria em pH ácido, neutro e básico. Além disso, os experimentos com RRDE indicaram aumento na seletividade da ORR para a via de dois elétrons nos eletrodos modificados, sugerindo maior eficiência na produção de H₂O₂, especialmente em condições de pH 7. A quantificação espectrofotométrica por método do peroximolibdato está em andamento para estimar a eficiência de corrente em diferentes densidades aplicadas. Além disso, os

experimentos com RRDE indicaram aumento na seletividade da ORR para a via de dois elétrons nos eletrodos modificados, especialmente em pH 7. Os dados de voltametria linear obtidos no disco e no anel revelaram que a modificação com 1% de WO_3 apresenta a maior seletividade para a formação de H_2O_2 , com número de elétrons transferidos (n) próximo de 2. Essa tendência foi corroborada pela análise da fração de seletividade e pelo cálculo do número médio de elétrons (n) nas amostras com 1%, 2%, 3%, 5% e 7% de WO_3 , indicando que, até o momento, a concentração de 1% é a mais promissora em termos de eficiência eletroquímica para a geração seletiva de H_2O_2 . Três gráficos foram utilizados para esta avaliação: as curvas de voltametria linear no disco e no anel (Figura 1), a curva de seletividade (Figura 2) e o número de elétrons envolvidos na reação (Figura 3) em função do potencial aplicado para cada composição analisada.

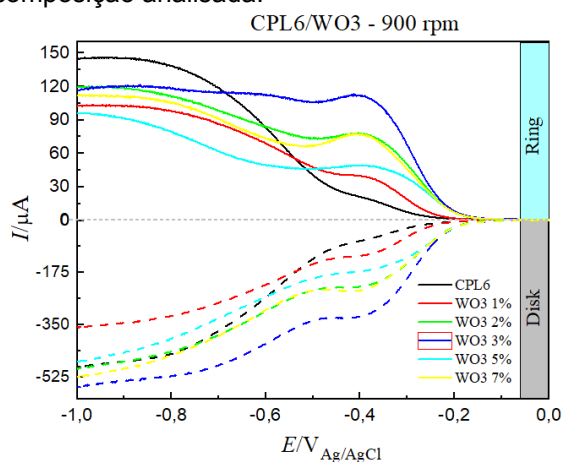


Figura 1: Curvas de voltametria linear no disco e no anel
Fonte: Autoria própria

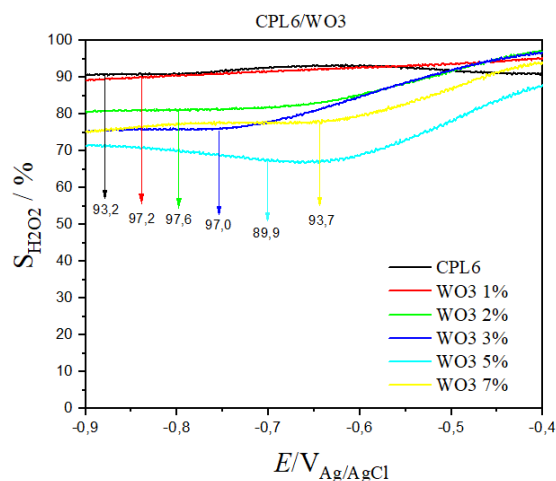


Figura 2: A curva de seletividade de H_2O_2
Fonte: Autoria própria

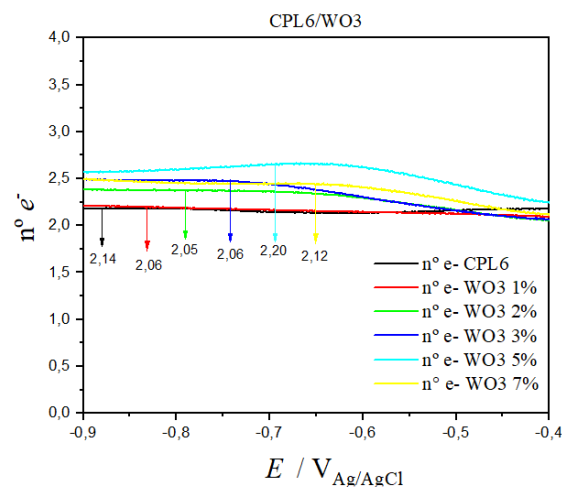


Figura 3: Número de elétrons envolvidos na reação
Fonte: Autoria própria

Conclusões

Os resultados obtidos até o momento demonstram que a modificação dos eletrodos de difusão gasosa com WO_3 influencia positivamente a seletividade da reação de redução de oxigênio (ORR) para a via de dois elétrons, favorecendo a formação de H_2O_2 sem comprometer a integridade estrutural do eletrodo. Dentre as composições analisadas, a

incorporação de 1% de WO_3 destacou-se por apresentar maior seletividade para o peróxido, com número de elétrons próximo de 2, indicando eficiência na via desejada da ORR. Esse comportamento foi corroborado pelas curvas de voltametria linear no disco e anel, bem como pela análise do número de elétrons transferidos e da seletividade. Os dados sugerem que a modificação com baixas concentrações de WO_3 pode representar uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de cátodos eletrocatalíticos voltados à geração seletiva de H_2O_2 , com potencial aplicação no tratamento eletroquímico de micropoluentes em meio aquoso. Os próximos passos incluem a quantificação precisa da eficiência de corrente e a aplicação dos eletrodos na degradação do fármaco furosemida. Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos (opcional)

A bolsista agradece ao órgão de fomento Programa Unificado de Bolsas e ao financiamento recebido da FAPESP– grants; 2022/12895-1, 2018/22210-0, 2018/22211-7/ 2018/22022-0.

Referências

- [1] OTURAN, M. A.; AARON, J. J. Advanced oxidation processes in water/wastewater treatment: principles and applications. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 44, n. 23, p. 2577–2641, 2014. DOI: 10.1080/10643389.2013.829765.
- [2] WANG, J. et al. Gas diffusion electrodes for H_2O_2 production and their applications for electrochemical degradation of organic pollutants in water: A review. *Science of The Total Environment*, v. 759, p. 143459, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143459.
- [3] ZHANG, H. et al. Efficient electrosynthesis of hydrogen peroxide from oxygen reduction by hierarchically porous carbon. *Nature Catalysis*,

v. 3, p. 985–992, 2020. DOI: 10.1038/s41929-020-00520-3.

[4] MOREIRA, J. et al. Electrosynthesis of hydrogen peroxide using modified gas diffusion electrodes (MGDE). *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 248, p. 95–107, 2019. DOI: 10.1016/j.apcatb.2019.02.018.

[5] FORTI, J. C. et al. Oxygen reduction on gas-diffusion electrodes modified with tungsten oxide: insights on selectivity and mechanism. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 19, n. 4, p. 643–650, 2008. DOI: 10.1590/S0103-50532008000400017.

[6] BARROS, W. R. P. et al. Influence of the operating conditions on H_2O_2 generation using gas diffusion electrodes. *Journal of Electrochemical Society*, v. 161, p. H867–H873, 2014. DOI: 10.1149/2.0651410jes.