

# **Aplicação de carbono amorfo modificado com óxidos bimetálicos a base de zircônio em eletrodos de difusão gasosa para eletrogeração de peróxido de hidrogênio**

**Luana Sillos Rosas Brisighello**

**Taynara Oliveira Silva**

**Marcos Roberto de Vasconcelos Lanza**

**Universidade de São Paulo**

luanabrisighello@usp.br

## **Objetivos**

Métodos alternativos de degradação de poluentes emergentes têm sido pesquisados no mundo todo diante dos potenciais efeitos deletérios ao meio ambiente e à saúde humana [1,2]. Uma vez que os tratamentos convencionais são ineficientes para eliminar esses poluentes recalcitrantes [3-5], os processos oxidativos avançados surgem como tecnologias alternativas, sendo os processos mais amplamente estudados, aqueles baseados na geração do radical hidroxila ( $\text{HO}^\cdot$ ) [6]. O peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) é o principal precursor desse radical e, portanto, a síntese deste oxidante tem sido muito pesquisada para a sua aplicação na degradação de poluentes [3-6]. Vários métodos e materiais têm sido estudados com o fim de favorecer a reação de redução do oxigênio (RRO) via  $2\text{e}^-$  e, portanto, a eletrogeração de  $\text{H}_2\text{O}_2$  [7, 8]. Este projeto tinha a proposta de analisar a eletrogeração de  $\text{H}_2\text{O}_2$  usando eletrodos de difusão gasosa (EDG) a base de Carbono Printex (CP) modificados com óxidos de zircônio. Todavia, não foi possível produzir tais óxidos devido ao agravamento da pandemia de COVID-19 e ao acesso restrito aos laboratórios de pesquisa. Para resolver este problema, foi feita a parceria com a doutoranda Taynara Oliveira Silva (Proc. FAPESP 2019/08701-4), sendo então utilizados EDG constituídos apenas de CP em meio

básico. Assim, a preparação do EDG foi realizada, bem como o estudo da melhor densidade de corrente para a eletrogeração de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , objetivando analisar o comportamento do EDG em meio básico em relação à reação de redução de oxigênio (RRO).

## **Métodos e Procedimentos**

A confecção do eletrodo foi feita seguindo a metodologia já utilizada no GPEA [7, 8, 9]. Os experimentos de eletrogeração de  $\text{H}_2\text{O}_2$  utilizando EDG foram realizados em célula eletroquímica em um potenciostato/galvanostato Autolab PGSTAT 128 N. Para tal, o EDG foi confeccionado (Carbono Printex com 40% de PTFE) por meio de uma prensa hidráulica. O eletrodo foi aplicado então na célula eletroquímica para a eletrogeração de  $\text{H}_2\text{O}_2$  utilizando  $\text{KOH}$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  a pH 13 como eletrólito suporte e aplicando 3 densidades de correntes:  $10 \text{ mA cm}^{-2}$ ,  $25 \text{ mA cm}^{-2}$  e  $50 \text{ mA cm}^{-2}$ .

## **Resultados**

Foi feito o monitoramento da eletrogeração  $\text{H}_2\text{O}_2$  nas diferentes densidades de corrente estudadas utilizando o EDG (Figura 1). Como resultado, uma boa geração de  $\text{H}_2\text{O}_2$  foi obtida, com maior geração ( $168,772 \text{ mg L}^{-1}$ ) na densidade de corrente de  $25 \text{ mA cm}^{-2}$  aos 90 minutos. Com o aumento da corrente para  $50 \text{ mA cm}^{-2}$ , a geração começa a diminuir. Assim, chega-se no máximo de geração aplicando 25

mA cm<sup>-2</sup>, atingindo o platô com a saturação de geração de peróxido aos 60 min. Este comportamento pode ser devido ao aumento de reações secundárias (ou parasitas) que ocorrem de forma simultânea com a geração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e que levam a uma diminuição da eficiência de corrente. Portanto, o CP em meio básico mostrou-se promissor para a geração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via 2e<sup>-</sup>. Os resultados confirmaram que a condição em meio alcalino aplicando uma densidade de corrente de 25 mA cm<sup>-2</sup> levou a melhores resultados quanto à eletrogeração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> comparado as outras correntes aplicadas.

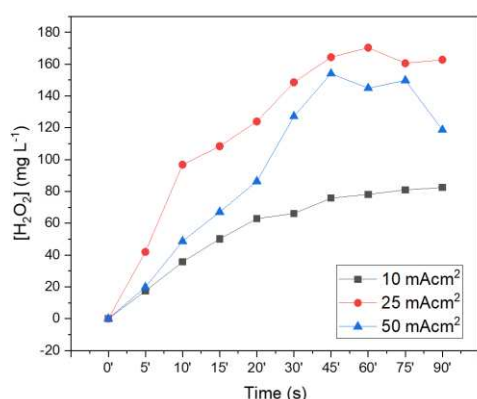


Figura 1: Eletrogeração de Peroxido de Hidrogênio utilizando um EDG de CP em função do tempo do tempo e aplicando várias densidades de corrente. Condições: eletrólito suporte = KOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, pH = 13, fluxo de O<sub>2</sub>.

## Conclusões

Os resultados obtidos dos ensaios de eletrogeração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> utilizando EDG em meio básico indicaram que maiores valores de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foram obtidos ao usar a densidade de corrente de 25 mA cm<sup>-2</sup>. A uma densidade de corrente maior (i.e., 50 mA cm<sup>-2</sup>), houve uma diminuição da concentração de peróxido eletrogerada, o que pode ser devido a aumento das reações secundárias no sistema. Assim, o uso de EDGs à base de carbono puro em meio básico é satisfatório para a obtenção de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## Referências Bibliográficas

[1] VALCÁRCEL, Y. et al. **Determining the presence of chemicals with suspected endocrine activity in drinking water from the Madrid region (Spain) and assessment of**

**their estrogenic, androgenic and thyroidal activities.** Chemosphere, v. 201, p. 388-398, 2018.

[2] LEE, Hee-Seok et al. **Veterinary drug, 17β-trenbolone promotes the proliferation of human prostate cancer cell line through the Akt/AR signaling pathway.** Chemosphere, v. 198, p. 364-369, 2018.

[3] MORAES, Bruno Mathias de. **Eletrodos de difusão gasosa modificados com tecido de carbono: um estudo comparativo da eletrogeração de peróxido de hidrogênio e remoção eletroquímica do inseticida clorpirifós.** 2019. Dissertação (Mestrado em Química Analítica e Inorgânica) - Instituto de Química de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2019.

[4] TREVELIN, Leandro Cesar. **Síntese de óxidos metálicos binários suportados em carbono amorfo (printex 6L) para a produção eletroquímica de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).** Dissertação (Mestrado em Físico-Química) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

[5] MARTINS, Alysson Stefan. **Estudo e otimização da degradação dos herbicidas hexazinona e diuron utilizando processos oxidativos avançados (POA): H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV e foto-Fenton.** Dissertação (Mestrado em Química Analítica e Inorgânica) - Instituto de Química de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2013.

[6] LI, Wei et al. **Correction: A mechanistic understanding of the degradation of trace organic contaminants by UV/hydrogen peroxide, UV/persulfate and UV/free chlorine for water reuse.** Environmental Science: Water Research & Technology, v. 3, n. 2, p. 377-377, 2017.

[7] SILVA, Fernando L. et al. **Electrogeneration of hydrogen peroxide in gas diffusion electrodes: Application of iron (II) phthalocyanine as a modifier of carbon black.** Journal of Electroanalytical Chemistry, v. 722, p. 32-37, 2014.

[8] BARROS, Willyam RP et al. **Electrogeneration of hydrogen peroxide in acidic medium using gas diffusion electrodes modified with cobalt (II) phthalocyanine.** Electrochimica Acta, v. 104, p. 12-18, 2013.