

Otimização e estudo mecanístico do processo de mineralização do paracetamol utilizando sistema solar fotoeletro-Fenton

Lucio C. Almeida^{*1} (PG), Sergi Garcia-Segura² (PG), Nerilso Bocchi¹ (PQ), Enric Brillas² (PQ)
*lucibonn@gmail.com

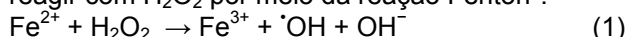
¹Laboratório de Pesquisas em Eletroquímica, Departamento de Química (DQ), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), C.P. 676, 13560-970 São Carlos – SP (Brasil)

²Laboratori d'Electroquímica dels Materials i del Medi Ambient, Departament de Química Física, Facultat de Química, Universitat de Barcelona (UB), Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona (Spain)

Palavras Chave: Fármacos, Processos oxidativos avançados, Solar fotoeletro-Fenton, metodologia de superfície de resposta

Introdução

Processos eletro-Fenton (EF) e fotoeletro-Fenton (FEF) têm despertado crescente interesse para o tratamento de efluentes contaminados com resíduos orgânicos^{1,2}. A eficácia desses métodos está relacionada à geração "in situ" do radical $\cdot\text{OH}$, após reagir com H_2O_2 por meio da reação Fenton¹:

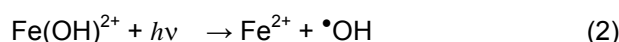


Visto que o H_2O_2 é continuamente fornecido após a redução de O_2 no catodo e que Fe^{2+} é regenerado, a reação (1) ocorre continuamente, sendo necessárias pequenas quantidades de Fe^{2+} inicial.

Visando aumentar a eficiência de processos EF, eletrólitos podem ser submetidos simultaneamente à radiação UV (processos FEF)¹. A desvantagem desses processos é o custo energético, o que pode ser solucionado usando luz solar como fonte de irradiação (processo solar fotoeletro-Fenton, SFEF). Neste contexto, o presente trabalho apresenta o tratamento do paracetamol empregando processo SFEF. Ademais, foi proposto um mecanismo de degradação deste fármaco até sua completa conversão à CO_2 e H_2O .

Resultados e Discussão

Com a metodologia de superfície de resposta, foram encontradas as condições ótimas de operação do sistema. A Figura 1a ilustra a evolução de carbono orgânico total (COT), consumo energético (CE) e eficiência de mineralização (ECM), obtidas para a condição ótima. Observa-se uma gradual redução de COT até 25 mg L^{-1} em 120 min. Em contraste, o CE apresentou uma forte queda até 80 min, aumentando em seguida. Uma tendência oposta foi observada para a ECM, que atingiu um máximo no mesmo tempo. A existência de um mínimo de CE e máximo de ECM em 80 min está relacionada à formação de co-produtos que são dificilmente destruídos sob a ação do $\cdot\text{OH}$ e da luz UV. Nessas condições, a conversão do paracetamol segue uma cinética de pseudo-primeira ordem ($k_1=1,04 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$), sugerindo a produção constante de $\cdot\text{OH}$, conforme eqs.1 e 2:



A Figura 1b mostra os intermediários aromáticos formados e identificados hidroquinona, benzoquinona e tetrahidroxibenzoquinona. Os dois primeiros desaparecem em cerca de 50 min (tempo similar ao do paracetamol), indicando que foram destruídos por radicais $\cdot\text{OH}$ presentes em solução.

Em seguida, os aromáticos foram oxidados a ácidos carboxílicos, dentre os quais o oxálico, maleico, oxâmico, succínico, láctico, fórmico e fumárico. Estes ácidos formam complexos com os íons Fe^{3+} presentes em solução, os quais foram rapidamente oxidados a CO_2 pela ação da radiação solar.

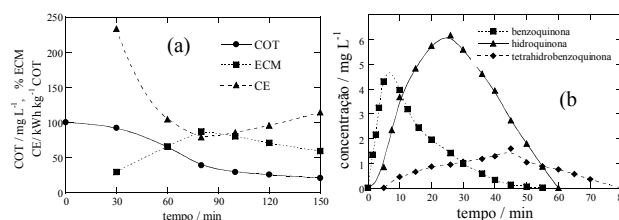


Figura 1. (a) Evolução da remoção de COT e da variação do CE e ECM para processo SFEF e (b) Evolução dos intermediários aromáticos detectados.

Por fim, foi proposto um mecanismo para a degradação do paracetamol. Entretanto, compostos podem ter sido formados e não degradados pelos radicais $\cdot\text{OH}$ e pela luz UV, justificando o COT remanescente.

Conclusões

O processo SFEF se mostrou eficiente para a degradação do paracetamol, a qual segue uma reação de pseudo-primeira ordem. O uso da MSR permitiu a otimização desse processo. Baseado na identificação de intermediários foi proposto um mecanismo para a mineralização do paracetamol.

Agradecimentos

CNPq e CAPES

¹ Huitle C.A.M.; Brillas E., *Appl. Catal. B: Environ.* **2009**, *87*, 105.

² Sun Y.; Pignatello J.J., *Environ. Sci. & Tech.*, **1993**, *27*, 304.