Degradação fotoeletroquímica do acetaminofeno utilizando eletrodos de TiO₂ sob radiação solar

Andre C. Paiva*, Henrique Piva, Claudia Longo

Resumo

Eletrodos de filme poroso de TiO₂ foram utilizados para o tratamento de água contendo paracetamol (PCT) por fotocatalise heterogênea (FH) sob irradiação com um simulador solar. Após preparar os eletrodos e investigar suas propriedades morfológicas e eletroquímicas, a atividade para degradação do fármaco foi investigada utilizando reatores contendo eletrodos com área de 7 cm² e alíquotas de 25 mL de solução aquosa com 30 mg/L de PCT. Após irradiação por 4 h na presença do eletrodo de TiO₂, na configuração FH, observou-se degradação de 23% do PCT. Maior eficiência, 44% de degradação, foi observada quando um fio de Pt foi incluído como contra-eletródo no sistema de FH e ambos os eletrodos foram conectados externamente a uma célula solar. A energia gerada pela célula solar tornou o processo de FH eletroquimicamente assistido e muito mais eficaz.

Palavras-chave:

Fotocatálise heterogênea - Paracetamol - TiO₂

Introdução

A presença de fármacos, produtos de limpeza e outros contaminantes de preocupação emergente em corpos aquáticos tem sido cada vez mais estudada por pesquisadores.¹ Diversos estudos relatam a detecção do acetaminofeno (ou paracetamol, PCT) em efluentes de estações de tratamento de esgoto, indicando que as metodologias utilizadas atualmente são ineficientes para a remoção deste fármaco, como também de outros poluentes.² Motivados em desenvolver métodos alternativos para tratamento de água, investigamos a atividade de eletrodos de TiO₂ para remediação de água por fotocatalise heterogênea (FH) e FH eletroquimicamente assistida (FHE). A atividade fotocatalítica é obtida quando o semicondutor é irradiado; ocorre então a promoção de um elétron para a banda de condução (BC), gerando uma lacuna na banda de valência (BV). Se a separação das cargas fotogeradas for eficiente, a lacuna pode reagir com moléculas de água ou com terminais OH da superfície do óxido e produzir radicais hidroxila ($\cdot$ OH), espécies altamente reativas que oxidam poluentes orgânicos. Em nosso Grupo de Pesquisa, desenvolvemos um sistema para tratamento de água que consiste de um fotoeletrodo de TiO₂ e um contra-eletródo (platina) que são conectados externamente a uma célula solar. A energia fornecida pela célula solar inibe a recombinação das cargas fotogeradas, resultando em maior eficiência do processo de remediação de água através da oxidação de contaminantes. Esta estratégia já foi comprovada com êxito para o tratamento de solução aquosa contendo fenol, corantes e o hormônio estradiol³ nos motivando a investigar sua eficiência para a degradação do acetaminofeno dissolvido em água.

Resultados e Discussão

Os eletrodos foram preparados através da deposição de um filme poroso de partículas nanocristalinas de TiO₂ em vidro revestido com SnO₂:F (vidro FTO). Análises da morfologia por microscopia eletrônica de varredura revelaram filmes uniformes de estrutura porosa e espessura entre 7 e 9 μ m. Inicialmente avaliaram-se as

propriedades eletroquímicas dos eletrodos em solução de PCT em eletrólito suporte (Na₂SO₄). A seguir, os eletrodos de TiO₂ (7 cm²) foram utilizados na remediação de 25 mL de solução aquosa com 30 mg/L de PCT (2,0.10⁻⁴ mol/L) sob irradiação com simulador solar nas configurações de FH e FHE. A concentração remanescente de PCT foi determinada em intervalos de 60 min, utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Para comparação, avaliaram-se soluções irradiadas na ausência do TiO₂ (fotólise). A Tabela 1 apresenta os resultados ao final de 4 h de tratamento.

Tabela 1. Tratamento de solução aquosa contendo 30 mg/L de paracetamol (2,0.10⁻⁴ mol/L) com eletrodo de TiO₂ por 4 h sob irradiação com simulador solar: concentração final (C_F), n° de mols de PCT degradados (Δ n) e porcentagem de degradação para as configurações Fotólise, FH e FHE

Configuração	C _F (mg/L)	Δ n (μ mol)	% de degradação
Fotólise	28,7	0,1	2
FH	22,4	1,1	23
FHE	16,3	2,1	44

Conclusões

O desenvolvimento deste projeto tem apresentado diversos desafios, porém estamos obtendo resultados promissores para o desenvolvimento de um processo sustentável para tratamento de água utilizando eletrodos de TiO₂ sob radiação solar.

Agradecimentos

Ao apoio técnico de Ricardo Pereira e à CAPES, CNPq, FAPESP e INOMAT pelo financiamento.

¹ Radjenovic, J.; Sirtori, C.; Petrovic, M.; Barceló, D.; Malato, S., *Appl. Catal. B: Environ.*, **2009**, 89, 255-264.

² Joss, A.; Keller, E.; Alder, A.C.; Göbel, A.; McCardell, C.S.; Ternes, T.; Siegnist, T., *Water Res.* **2005**, 39, 3139.

³ Oliveira, H.G.; Ferreira, L.H.; Bertazzoli, R.; Longo, C., *Water Research* **2015**, 72, 305-314.