

Estudo da integração de sistemas de tratamento por ferro de valência zero na degradação do *p*-nitrofenol.

Luciana Serra Soeira^{1*} (PG), Ervin Sriubas Junior¹ (IC), Renato S. Freire^{1,2} (PQ).

e-mail: luaserra@iq.usp.br

¹Instituto de Química, Universidade de São Paulo, CP 26077, 05513-970, São Paulo/SP.

²CEPEMA/USP – Centro de Capacitação e Pesquisa em Meio Ambiente, Cubatão/SP.

Palavras Chave: Ferro de valência zero, Processo oxidativo avançado, Processo redutivo, *p*-nitrofenol, Sistema de tratamento integrado.

Introdução

O *p*-nitrofenol é utilizado na fabricação de diversos produtos, tais como corantes, plásticos e explosivos. Por ser um composto muito tóxico, deve ser removido dos efluentes que o contenha, antes que estes sejam lançados ao ambiente¹. Como esta substância é recalcitrante aos tratamentos atuais, torna-se necessário a utilização de processos mais eficientes para a remoção e/ou aumento da biodegradabilidade deste poluente. Neste contexto, o ferro de valência zero (FVZ) aparece como uma ferramenta versátil para a degradação deste tipo de composto. Este tratamento pode ser puramente redutivo ou, simultaneamente, redutivo e oxidativo. Em meio anaeróbico ocorre apenas a redução do grupo nitro, enquanto que em meio aeróbico, ocorre também mineralização dos compostos orgânicos poluentes, através da reação de Fenton *in situ*, uma vez que ocorre: a liberação de íons Fe(II), a formação de H₂O₂ no meio reacional e, por consequência, a geração do radical hidroxila (OH)².

Assim sendo, neste trabalho buscou-se integrar os processos oxidativo e redutivo, a fim de avaliar a sinergia desta associação na degradação do *p*-nitrofenol (substância alvo) por FVZ.

Resultados e Discussão

A degradação da solução de *p*-nitrofenol (100 mg L⁻¹) foi conduzida em um reator cilíndrico (500 mL), sob agitação mecânica (600 rpm), meio ácido (pH = 3,0) e ferro metálico em pó (granulometria_{FVZ} < 53 µm). Para o processo redutivo, utilizou-se uma massa de FVZ de 2,0 g L⁻¹ e borbulhou-se N₂ (vazão_{N2} = 18 L h⁻¹) a fim de garantir o meio redutor, sendo 30 minutos o tempo de tratamento. Já para o processo oxidativo, utilizou-se uma massa de FVZ de 4,0 g L⁻¹, e borbulhou-se O₂ para garantir o meio oxidante (vazão_{O2} = 3,6 L h⁻¹), sendo 60 minutos o tempo de tratamento. Para a determinação da degradação de *p*-nitrofenol na solução utilizou-se Cromatografia Líquida de alta Eficiência; para a avaliação da porcentagem de carbono orgânico total mineralizado utilizou-se um equipamento da Shimadzu (TOC 5000 A); e para o acompanhamento da geração de H₂O₂ utilizou-se a metodologia descrita por Oliveira e colaboradores³ adaptada.

Os resultados obtidos (Tabela 1) demonstraram que os principais ganhos na associação dos processos foram em relação à taxa de mineralização (100% de incremento) e à cinética da reação oxidativa (cerca de 7 vezes superior) quando se comporou os processos empregados de maneira isolada e de forma associada.

Tabela 1. Síntese dos resultados obtidos na integração dos processos redutivo e oxidativo utilizando-se FVZ.

Parâmetros	Processo Redutivo	Processo Oxidativo	Sistema Integrado	
			Redução	Oxidação
Remoção do <i>p</i> -nitrofenol	~ 100 %	~ 100 %	~ 100 %	---
*k _{obs} / min ⁻¹	0,382 ± 0,016	0,240 ± 0,029	0,409 ± 0,004	---
Mineralização	< 1%	~ 20%	---	~ 40%
#k _{exp} / min ⁻¹	---	0,011 ± 0,002	---	0,078 ± 0,008
Geração de H ₂ O ₂ / mmol L ⁻¹	---	0,026 ± 0,002	---	0,030 ± 0,002

* Constante aparente de remoção do *p*-nitrofenol;

Constante aparente de mineralização.

Assim, pode-se inferir que o uso do sistema redutivo como etapa inicial do processo de tratamento levou a formação de substâncias mais facilmente oxidáveis do que a substância alvo, uma vez que houve uma melhora na eficiência da taxa de mineralização.

O mesmo efeito pôde ser observado quanto se utilizou FVZ sintetizado. Neste caso, o benefício foi um pouco melhor, uma vez que a taxa de mineralização teve um incremento de 150% em relação ao processo oxidativo.

Conclusões

O sistema integrado demonstrou-se como um tratamento que possui um grande potencial de aplicabilidade, uma vez que a sinergia positiva obtida através da associação dos processos redutivo e oxidativo proporcionou tanto a redução do grupo nitro quanto a mineralização do produto da amina, bem como dos sub-produtos gerados na etapa oxidativa do processo de degradação.

Agradecimentos

CNPq, Capes e FAPESP.

¹ Howe, G.E.; Marking, L.L.; Bills, T.D.; Rach, J.J.; Mayer, F.L.; *Environ. Toxicol. Chem.* **1994**, 13, 51.

² Roy, G.; Donato, P.; Görner, T.; Barres, O.; *Wat. Res.* **2003**, 37, 4954.

³ Oliveira, M.C.; Nogueira, R.F.P.; Gomes Neto, J.A.; Jardim, W.F.; Rohwedder, J.J.R.; *Quim. Nova* **2001**, 24, 188.