

## Planejamento Experimental Fatorial para Otimização da Degradação do Corante Acid Black 1 por Processo Foto-Fenton Modificado

Charlene Ciganski Martins<sup>1</sup>, Marçal Pires<sup>1</sup>, Carla Maria Nunes Azevedo<sup>1</sup> (orientador)

<sup>1</sup>*Faculdade de Química, PUCRS, Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LQAmb)*

### **Introdução**

A contaminação dos recursos hídricos, como consequência da crescente produção industrial, é um dos problemas atuais. Neste contexto, as indústrias têxteis se destacam por gerarem grande quantidade de águas residuárias, as quais geralmente contêm altas cargas de sais dissolvidos e matéria orgânica, além de intensa coloração. Os processos foto-Fenton têm se mostrado eficazes na degradação de corantes têxteis, sendo que estes processos são dependentes de variáveis operacionais, dentre as quais se destacam as concentrações de peróxido de hidrogênio e de ferro, o tempo de reação e o pH (Souza et al., 2008). Como as variáveis costumam estar relacionadas, com efeitos sinérgicos ou antagônicos, uma forma bastante atrativa de otimizar o tratamento é fazendo uso de planejamento experimental fatorial, que permite avaliar simultaneamente o efeito de variáveis, a partir de um número reduzido de ensaios experimentais (Neto et al., 1996).

O presente trabalho tem como objetivo otimizar a degradação do corante azo Acid Black 1 (AB1), por processo foto-Fenton modificado com palha de aço comercial, utilizando planejamento fatorial experimental.

### **Metodologia**

Os ensaios foram conduzidos com alíquotas de 100 mL de solução aquosa  $2,0 \times 10^{-5}$  mol L<sup>-1</sup> em Acid Black 1, em reatores abertos de vidro, sob agitação magnética constante e irradiação UV (2 lâmpadas Philips R-UVA/10R).

Para avaliar o efeito das variáveis: massa de palha de aço, concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e tempos de tratamento sobre a degradação do corante, o estudo está sendo realizado seguindo um planejamento fatorial em dois níveis (superior (+) e inferior (-)), com triplicata no ponto

central, representado por  $2^3$ . As variáveis foram selecionadas a partir de estudos anteriores (Camargo et al., 2011). As amostras tiveram o pH previamente ajustado a 3 com  $H_2SO_4$  ou NaOH. A Tabela I apresenta os níveis das variáveis do planejamento fatorial  $2^3$ .

Tabela I - Níveis codificados das variáveis do planejamento fatorial  $2^3$  para otimização da degradação do corante AB1.

Variáveis	Níveis		
	-1	0	+1
$[H_2O_2] \times 10^{-3} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$	1,0	2,5	4,0
Massa de palha de aço (mg)	2,0	3,0	4,0
Tempo (min)	40	65	90

A resposta foi acompanhada espectrofotometricamente pelo percentual de remoção do corante (em 619 nm, comprimento de onda de máxima absorção do AB1), pelos teores de  $H_2O_2$  residual, de ferro total em solução e de íons  $Fe^{2+}$  ( $Fe^{3+}$  por diferença). As análises de  $H_2O_2$  e de íons  $Fe^{2+}$  foram realizadas com o método espectrofotométrico do metavanadato de amônio (Nogueira et al., 2005) e pelo método da 1,10-fenantrolina (NBR 13934, 1997), respectivamente (espectrofotômetro Pró-Análise UV-1600). A determinação dos teores de ferro total nas soluções tratadas foi realizada por espectrometria de absorção atômica com atomização em chama, utilizando espectrômetro Varian AA 55.

## Resultados e Discussão

Para o monitoramento dos parâmetros relacionados ao processo de degradação, foram construídas curvas analíticas para a determinação da concentração de  $H_2O_2$ , inicial e residual ( $y = 0,2624x + 0,0091$ ,  $R^2 = 0,9998$ ), bem como para a determinação de íons  $Fe^{2+}$  ( $y = 0,2603x + 0,0008$ ,  $R^2 = 0,9991$ ), sendo observadas excelentes linearidades. Já para a determinação dos teores de ferro total nas soluções estudadas, foram construídas curvas analíticas, a cada determinação, em concentrações de 0,5 a 5,0  $mg L^{-1}$  ( $R^2 > 0,99$ ).

O planejamento fatorial é um recurso útil quando se deseja estudar os efeitos de duas ou mais variáveis sobre a eficiência de um processo, investigando-se os efeitos das combinações possíveis dos níveis de cada variável selecionada do sistema. No presente trabalho, o planejamento resultou em 8 experimentos, mas considerando a realização de análises em triplicata no ponto central, o estudo engloba um total de 11 experimentos, como indicado na Tabela II.

Tabela II - Matriz do planejamento fatorial  $2^3$  com ponto central em triplicata para otimização da degradação do corante AB1.

Ensaio	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (mol L <sup>-1</sup> )	Massa de palha de aço (mg)	Tempo (min)
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0

Os experimentos estabelecidos no planejamento fatorial experimental encontram-se em andamento. Estudos complementares com a determinação de parâmetros como a demanda química de oxigênio, também serão realizados.

## Conclusão

A abordagem envolvendo um planejamento multivariável de experimentos permite avaliar os efeitos de interação entre fatores que afetam o desempenho do tratamento, favorecendo os estudos de otimização a partir de um número reduzido de ensaios. Encontra-se em andamento, a avaliação dos parâmetros que apresentam efeitos significativos sobre a degradação do AB1. Para o acompanhamento dos ensaios, foram construídas curvas de calibração que conferem qualidade analítica ao processo.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Água - Determinação de ferro – Método Colorimétrico da Ortofenantrolina**. NBR 13934, 1997.
- CAMARGO, T. T.; PIRES, M.; AZEVEDO, C. M. N. Degradação do azocorante Acid black 1 utilizando processo foto-Fenton modificado. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 34.**, 2011, Florianópolis.
- NETO, B. B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. São Paulo: Editora da UNICAMP. 1996.
- NOGUEIRA, R.F.P; OLIVEIRA, M.C.; PATERLINI, W.C.. Simple and Fast Spectrophotometric Determination of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in Photo-Fenton Reactions using Metavanadate. **Talanta**. Vol. 66 (2005), pp. 86 – 91.
- SOUZA, K. V.; PERALTA-ZAMORA, P., ZAWADZKI, S. F. Imobilização de Ferro (II) em Matriz de Alginato e sua Utilização na Degradação de Corantes Têxteis por Processos Fenton. **Química Nova**. Vol. 31, N° 5 (2008), pp. 1145 – 1149.

**Agradecimento:** BPA/PUCRS 2011