

II-522 - USO DO FERRATO DE SÓDIO NA DEGRADAÇÃO DE CORANTE REATIVO

Flávia Garrett Azevedo

Bióloga pela UFRPE (2004). Mestre em Engenharia Química pela UFPE (2010). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFPE. Membro do Grupo de Processos e Tecnologias Ambientais (GPTA). professora de ciências naturais da Escola Pinheiros. Tem experiência na área de Biologia Geral e Engenharia Química com ênfase em Biologia Geral, Desenvolvimento de Processos Químicos e Bioquímicos específico em Biotecnologia, cursando Doutorado nessa área.

Sérgio Anterino dos Santos Oliveira

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Pernambuco em 2008. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFPE. Participa de um projeto de Tratamento de Corantes com uso de Resíduos Industriais.

Henrique John Pereira Neves

Possui graduação em Engenharia Química UFPE (2003) e em Direito pela Universidade Católica de Pernambuco (2008). Especialização em Direito Público pela Faculdade Estácio do Recife (2011) e mestrado em Engenharia Química pela UFPE (2008). Atualmente é Doutorando do PPG em Engenharia Química da UFPE e Professor da Universidade Estadual Vale do Acaraú. Tem experiência na área de Química. Atuando principalmente nos seguintes temas: Desinfecção de água, Radiação UV.

Dário de Sena Ramos

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Pernambuco (2002). Técnico em Química pelo Instituto Federal de Pernambuco, Mestrando em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente exerce a função de Engenheiro Químico Sr. da companhia LONZA S/A.

Maurício Alves da Motta Sobrinho⁽¹⁾

Possui graduação em Engenharia Química pela UNICAP (1992), mestrado em Engenharia Química pela UFCG (1995), doutorado em Engenharia de Processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine (2001) e Pós-Doutorado na UFPE (2005) e na Universidade do Minho (Portugal) (2013). Atualmente é professor Adjunto do DEQ-UFPE e dos PPG em Engenharia Química (do qual é vice-coordenador) e em Engenharia Civil da UFPE. Pesquisador 2 do CNPq desde 2004. Avaliador Institucional e de Cursos para o INEP/MEC.

Endereço⁽¹⁾: UFPE - Departamento de Engenharia Química - Rua Prof. Arthur de Sá, s/n - Cidade universitária - Recife - PE - CEP 50.740-521- Brasil - Tel: +55 (81) 2126-7268 - Fax: +55 (81) 2126-7268 - e-mail: mottas@ufpe.br .

RESUMO

A presença de compostos tóxicos e refratários (recalcitrantes) em efluentes dificulta o seu tratamento por processos biológicos convencionais. Para tratamento desses compostos pode-se utilizar processos de separação de fase (adsorção, arraste etc.) ou métodos que destruam esses contaminantes (oxidação/redução química). Face ao exposto, o presente trabalho propôs estudar a viabilidade técnica e econômica concernentes às aplicações dos oxidantes cloro e ferrato de sódio na remoção do corante reativo Drimaren Gold. As amostras do corante reativo Drimaren Gold foram cedidas pela Clariant do Brasil. Visando-se ter uma idéia preliminar dos possíveis efeitos de fatores experimentais facilmente controláveis no procedimento, tais como concentração do corante (C) e massa do oxidante (A), sobre a quantidade oxidada foi realizado um planejamento fatorial 2² acrescido de 2 pontos centrais. Com o auxílio da técnica de planejamento experimental foi possível obter informações quanto a importância e influência dos efeitos das variáveis de entrada estudadas nesse trabalho sobre a resposta (E). A análise estatística dos resultados mostrou que a massa do oxidante foi a variável que apresentou maior influência Na remoção do corante reativo.

PALAVRAS-CHAVE: Corante Textil, Drimaren Gold, Oxidação, Ferrato de Sódio.

INTRODUÇÃO

Os resíduos de indústrias têxteis possuem como característica uma intensa coloração a qual, em ambientes aquáticos, pode causar uma interferência nos processos de fotossíntese. Além disso, certas classes de corantes, assim como seus subprodutos, podem ser carcinogênicos e/ou mutagênicos. Estudos indicam que a poluição colorida de cursos d'água começa a ser observável a concentrações acima de 1 mg L⁻¹. Além disso, resíduos da indústria têxtil podem conter metais pesados em níveis acima dos permitidos pelas leis ambientais (Kunz et al.; 2008).

A presença de compostos tóxicos e refratários (recalcitrantes) em efluentes dificulta o seu tratamento por processos biológicos convencionais. Para tratamento desses compostos pode-se utilizar processos de separação de fase (adsorção, arraste etc.) ou métodos que destruam esses contaminantes (oxidação/redução química) (ANDREOZZI et al., 1999).

Os corantes podem ser classificados como corantes ou pigmentos. Embora esses termos sejam usados indistintamente, há diferenças conceituais entre eles.

Os pigmentos são partículas sólidas orgânicas ou inorgânicas, coloridas, brancas, pretas ou fluorescentes, que são praticamente insolúveis no meio no qual são aplicados, se dispersando em substâncias auxiliares ou sobre substratos, conservando sua estrutura de partícula cristalina durante o processo de coloração PROJETO CPRH/GTZ (2001).

Os corantes são aplicados em diversas fibras, a partir de um líquido no qual são totalmente, ou pelo menos parcialmente solúveis, devendo possuir uma afinidade específica com a fibra a qual são associados. Os mesmos apresentam estruturas moleculares complexas que podem envolver, durante seu processo de síntese, até 500 reações intermediárias.

De acordo com a classe de classificação quanto à maneira que são fixados na fibra têxtil (tinturaria), o corante em estudo é classificado como corante reativo.

Os corantes reativos são solúveis em água e reagem com algumas fibras têxteis, formando uma ligação do tipo covalente. É a mais importante classe de corantes utilizada hoje em dia, e pode ser usado em fibras celulósicas, em seda ou lã. São corantes que contêm um grupo eletrofílico (reativo) capaz de formar ligação covalente com grupos hidroxila das fibras celulósicas, com grupos amino, hidroxila e tióis das fibras proteicas e, também, com grupos amino das poliamidas. Os principais tipos de corantes reativos contêm a função azo e antraquinona como grupos cromóforos e os grupos clorotriazinila e sulfatoetilsulfonila como grupos reativos (CASTANHO et al., 2006).

Os átomos de cloro quando reagem com a fibra podem ser substituídos, geralmente, pelos grupos hidroxila (OH) da celulose (algodão). Vale salientar que esta reação pode variar conforme o grupo reativo, podendo ocorrer por meio de adição no caso dos corantes vinilssulfônicos (DALTIM, 1997).

Face ao exposto, o presente trabalho propôs estudar a viabilidade técnica e econômica concernentes às aplicações dos oxidantes cloro e ferrato de sódio na remoção do corante reativo Drimaren Gold.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ensaios com corantes

As amostras do corante reativo Drimaren Gold foram cedidas pela Clariant do Brasil. Foi realizada uma solução mãe de 100mg/L do corante, a partir da qual foram preparadas as soluções a 10mg/L Co (concentração inicial) a ser utilizada nos ensaios de adsorção com 50mL do corante mais 0,5mL do oxidante, conforme mostra Figura 1a. Em seguida as alíquotas foram analisadas no espectrofotômetro (Figura 1b) UV-visível Thermo Genius 10TM (Watham, MA – EUA) no período de 30h.



Figura 1. Soluções de Dimaren Gold (balões da frente) (a) e espectrofotômetro UV-VIS (b).

2.2. Planejamento Fatorial 2²

Visando-se ter uma idéia preliminar dos possíveis efeitos de fatores experimentais facilmente controláveis no procedimento, tais como concentração do corante (C) e massa do oxidante (A), sobre a quantidade oxidada foi realizado um planejamento fatorial 2² acrescido de 2 pontos centrais. Os níveis selecionados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis dos fatores estabelecidos para o planejamento experimental 2²

	Nível inferior (-1)	Ponto Central (0)	Nível superior (+1)
Concentração do corante (C) (mg/L)	10	15	20
Massa do oxidante (A) (mL)	0,5	1,0	1,5

Em erlenmeyers de 125 mL foram colocados 50 mL de solução do corante mais a massa do oxidante, conforme mostra a Figura 3, que foram deixados em contato com a solução por um tempo de 24h. Os ensaios foram realizados em duplicata com duplicata no ponto central. A execução dos ensaios obedeceu uma ordem aleatória.

A variável resposta do planejamento fatorial em estudo foi a eficiência calculada conforme a Equação 1.

$$E = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

na qual: C_i é a concentração inicial do adsorbato (mg/L) e C_f é a concentração final do adsorbato (mg/L), multiplicados por 100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A significância dos efeitos das variáveis dependentes e das possíveis interações entre elas foi checada com base no gráfico de Pareto ao um nível de confiança de 98%, exposto na Figura 2, para solução com Dimaren Gold. O gráfico de Pareto fornece uma representação gráfica para os fatores principais (variáveis de entrada) e permite observar a magnitude e a importância de um determinado efeito. No gráfico de Pareto, as barras dos fatores que graficamente ultrapassarem a linha de significância (p=0,05) exercem uma influência estatisticamente significativa sobre o resultado.

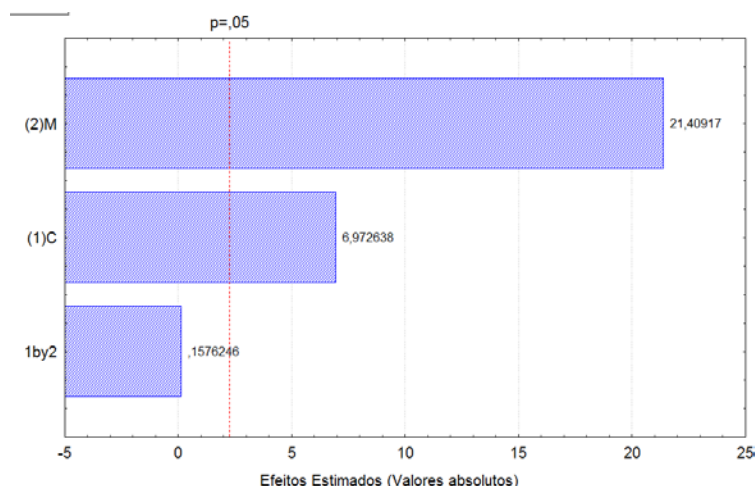


Figura 2. Gráfico de Pareto das variáveis que influenciam no processo de oxidação

Foi possível verificar através do gráfico de Pareto (Figura 2), que as variáveis que exerceram maior influência estatisticamente significativa sobre a variável de resposta ao nível de confiança de 98%. A massa do oxidante (M) foi a variável mais importante, dentre os níveis em estudo, do processo global da oxidação do corante.

Os dados do planejamento fatorial também foram submetidos a uma análise de variância, análise de regressão e teste F. Verificou-se, que o modelo para a quantidade oxidada pelo oxidante apresentou um coeficiente de determinação ($R^2 = 0,98$) satisfatório e uma regressão estatisticamente significativa ($F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$), ao nível de 98% de confiança, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Análise de regressão e teste F

TABELA ANOVA			
Fonte de Variação	Soma Quadrática	Números de Graus de Liberdade	Média Quadrática
Regressão	1657,052	3	552,3507
Resíduos	29,916	9	3,3240
Falta de Ajuste	0,50100	1	0,5010
Erro Puro	29,41500	9	3,2683
Total	1686,97	13	
Ftabelado REG	3,8626		
Fcalc	166,17		
Fc/Ftab	43,02		
%Mx. Explicada	98,23		
%Mx. Explicável	98,26		
R^2	0,98		

O teste F confirmou para regressão, o baixo valor de R^2 (0,5), pois o $F_{\text{calculado}}$ foi inferior ao F_{tabelado} , no entanto é necessário um ajuste neste modelo. A Figura 3 representa as superfícies de resposta tridimensionais geradas a partir dos dados estatísticos.

Observa-se que as combinações dos parâmetros nos níveis máximos ou mínimos influenciam fortemente o resultado da função resposta (Figura 3), ou seja, o deslocamento nas direções de máxima ascendente ou mínima descendente provoca um incremento adicional na resposta. Verifica-se ainda que condições otimizadas da

eficiência, foram encontradas com o aumento da massa do oxidante da concentração do corante. Para a oxidação avançada, com a melhor região encontrada para a variável resposta foi para maiores faixas das variáveis.

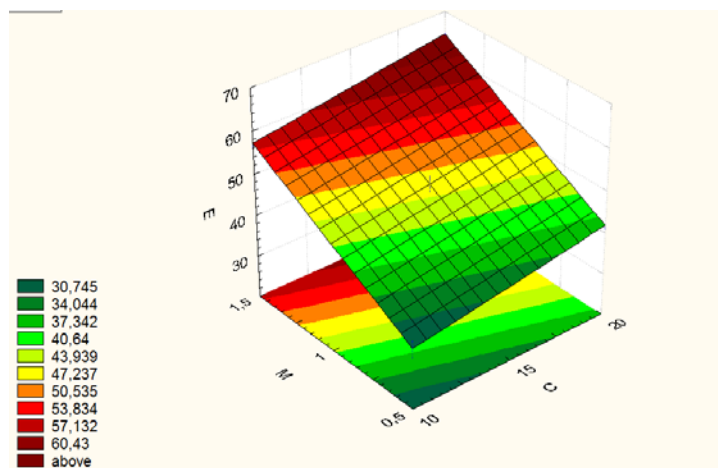


Figura 3. Superfície de resposta da quantidade oxidada em função da concentração do corante e massa do ferrato

CONCLUSÃO

Com o auxílio da técnica de planejamento experimental foi possível obter informações quanto a importância e influência dos efeitos das variáveis de entrada estudadas nesse trabalho sobre a resposta (E). A análise estatística dos resultados mostrou que a massa do oxidante foi a variável que apresentou maior influência na remoção do corante reativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, C.A.M., MEDEIROS, N. (1999) **Adsorção**. Departamento de Engenharia Química da UFPE, 1999.
2. ANDREOZZI, R., CAPRIO, V., INSOLA, A., MAROTTA, R. (1999), Advanced Oxidation Processes (AOP) for Water Purification and Recovery. **Catalysis Today** v. 53, pp. 51-59.
3. CASTANHO, M., MALPASS, G.R.P., MOTHEO, A.J.s. (2006) Avaliação dos tratamentos eletroquímico e fotoeletroquímico na degradação de corantes têxteis. **Quím. Nova**. vol. 29, n. 5, pp. 983-989.
4. KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; GOMES DE MORAES, S.; DURÁN, N. (2002) Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Quím. Nova**, v. 25, p. 78.