

Construção de reatores de fotodegradação em batelada para atividades práticas envolvendo Química e Matemática

Dra. Simone Stulp - stulp@univates.br

Alcemir Senger - alcemir@plugarnet.com.br

1 - Introdução

O objetivo da presente Produção Técnica é apresentar dois reatores de fotodegradação, para a realização de aulas práticas interdisciplinares, abordando conceitos de química e matemática (modelagem matemática), em nível superior e de ensino médio.

Os reatores estão baseados em princípios de tecnologias que envolvem Processos Oxidativos Avançados (POA), que visam à mineralização de espécies orgânicas. O princípio utilizado nestes reatores é a fotólise, que pode ser somada à adição peróxido de hidrogênio, dentre outros agentes oxidantes. A matéria orgânica (espécies orgânicas) é oxidada, e se a degradação for completa o resultado final é CO_2 e H_2O , por isso, estes tratamentos tem sido utilizados nas indústrias, pois não geram resíduos tóxicos, nem lodo ao final do processo, portanto podem ser aplicadas em processos baseados em tecnologias limpas (minimização da geração de resíduos).

Após a realização dos experimentos, podem ser trabalhados conceitos de química, tais como:

- cinética química;
- estrutura de moléculas orgânicas (por exemplo, corantes alimentícios);
- fotoquímica;

E, conceitos de matemática, tais como:

- funções (linear e exponencial);
- logaritmo,;
- conceitos estatísticos.

2 – O reator de degradação fotoquímica em batelada – capacidade 6 Litros

2.1 - Construção

O reator usado na degradação fotoquímica (Figura 1) foi construído pela equipe do Núcleo de Eletroquímica e Materiais Poliméricos/UNIVATES (NEMP) e é formado por uma célula de acrílico de 6 L de dimensões 350mm x 160mm x 160mm, um tubo de quartzo (no interior do qual foi colocado o filamento de uma lâmpada) e uma bomba de recirculação submersa SARLO BETTER de vazão de 90 L.h-1. Os ensaios são realizados por meio de irradiação ultravioleta (UV) na solução contendo corantes alimentícios. A irradiação é feita com filamento de uma lâmpada de

vapor de mercúrio de 250 W (Osram HQL), cuja cobertura original foi previamente removida (Figura 2).

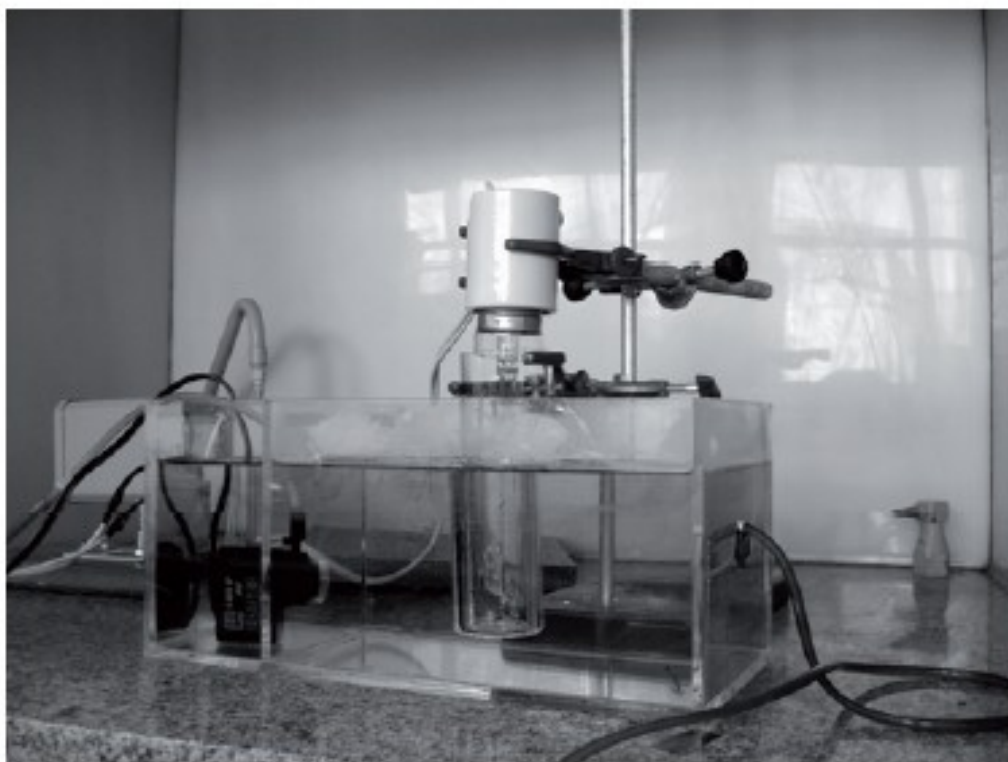


Figura 1 – Foto do reator para degradação de corantes pelo processo fotoquímico.

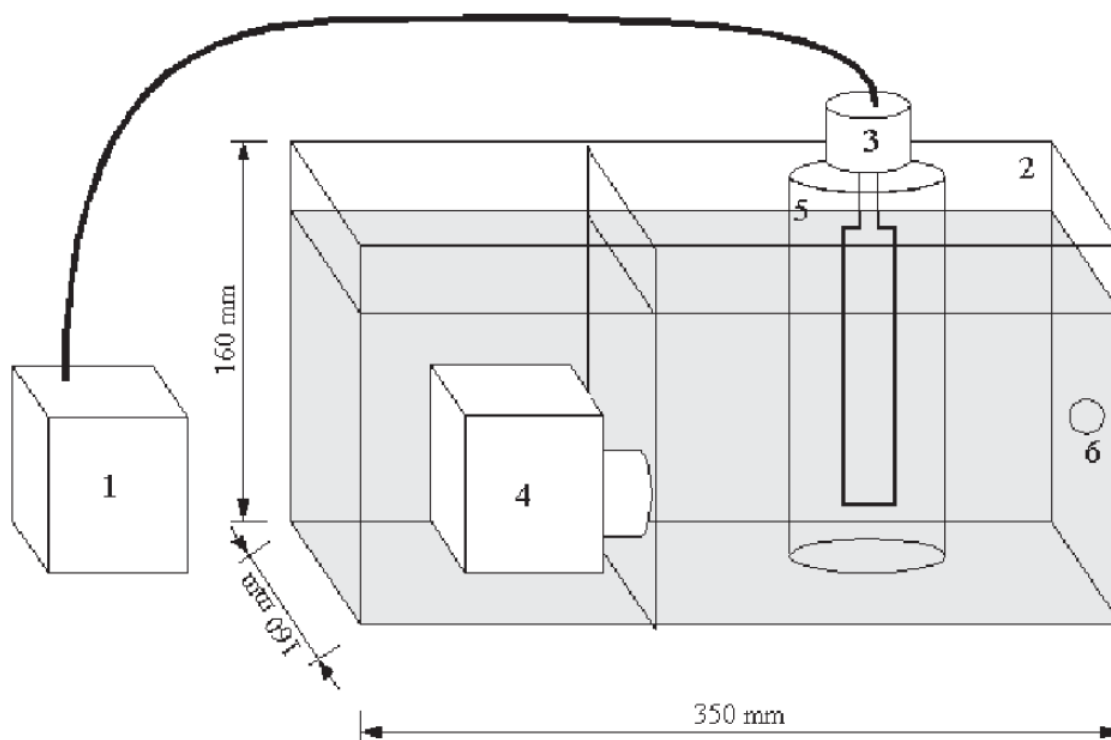


Figura 2 – Esquema do reator fotoquímico em batelada: (1) reator da lâmpada, (2) célula de acrílico, (3) lâmpada de vapor de mercúrio, (4) bomba de recirculação (entrada da solução), (5) tubo de

quartzo e (6) saída da solução.

2.2 – Atividades de análises

A degradação fotoquímica deve ser acompanhada por espectrofotometria UV-visível. As medições de absorvância da solução contendo o corante devem ser realizadas a cada 30 minutos. Este reator em batelada pode ser utilizado em aulas de nível superior, com abordagem interdisciplinar, em cursos de Química e Engenharias, ou ainda, em áreas correlatas. Podem ser trabalhados conceitos de cinética química e fotoquímica, bem como, com a utilização de modelagem matemática, realizar o estudo de conceitos de funções linear e exponencial, por meio da avaliação dos gráficos obtidos, plotando os dados experimentais Absorvância versus tempo de degradação, conforme exemplificado na Figura 3.

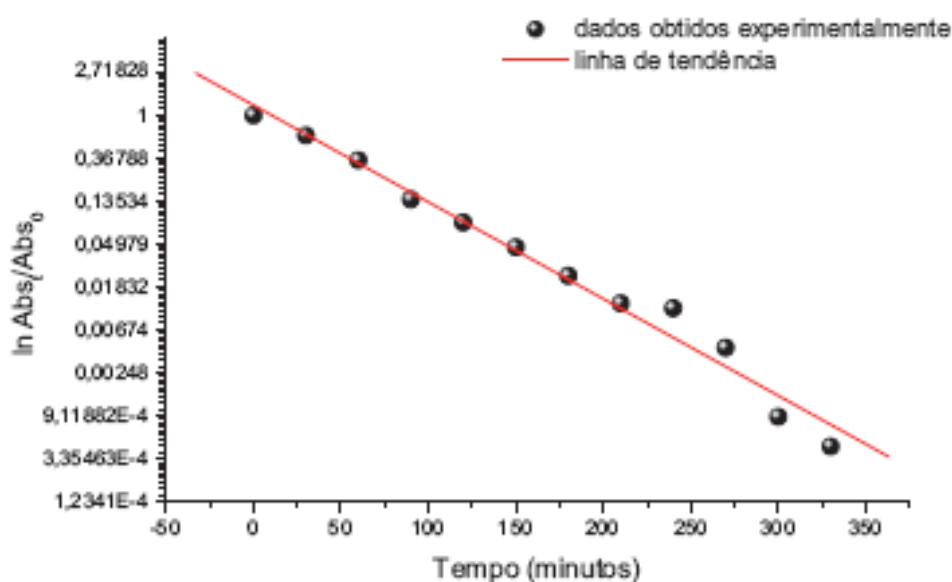


Figura 3 – Curva de primeira ordem da descoloração pelo tempo de degradação do corante vermelho bordeaux, $\lambda = 521\text{nm}$

Para o exemplo citado na Figura 3, a equação da reta (linha de tendência linear) é:

$$y(t) = 0,23827 - 0,2251*t \text{ (com coeficiente } R = 0,99033)$$

2.3 - Bases de consulta

STÜLP, S.; HAETINGER, C.; MARMITT, S.; SILVA, C.P. Avaliação da degradação do corante vermelho Bordeaux através de processo fotoquímico. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 13: 73-77, 2008.

<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/detalhepesq.jsp?pesq=1793007242678493>

http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v13n01/_ArtigoTecnico-153_06.pdf

<http://www.univates.br/files/files/univates/editora/anais/Arquivos/Alcemir.pdf>

3 - Reator de degradação fotoquímica em batelada – capacidade 200 mL

3.1 - Construção

Para a degradação dos compostos, montou-se um reator de fotodegradação desenvolvido pelo Núcleo de Eletroquímica e Materiais Poliméricos – NEMP da UNVATES, consistindo em uma caixa de dimensões 50 x 40 x 20 cm (figura 1). Na figura 1, tem-se o esquema do reator, sendo:

- (1) a tampa do reator;
- (2) o reator;
- (3) e (4) a fonte de alimentação;
- (5) o filamento da lâmpada de mercúrio 125 W;
- (6) a célula de degradação.

Utiliza-se uma célula de quartzo para a aplicação da radiação UV e, como fonte desta radiação, um filamento de lâmpada de vapor de Hg – OSRAM de 125W. Soluções contendo corantes alimentícios podem ser irradiadas por determinado tempo de degradação.

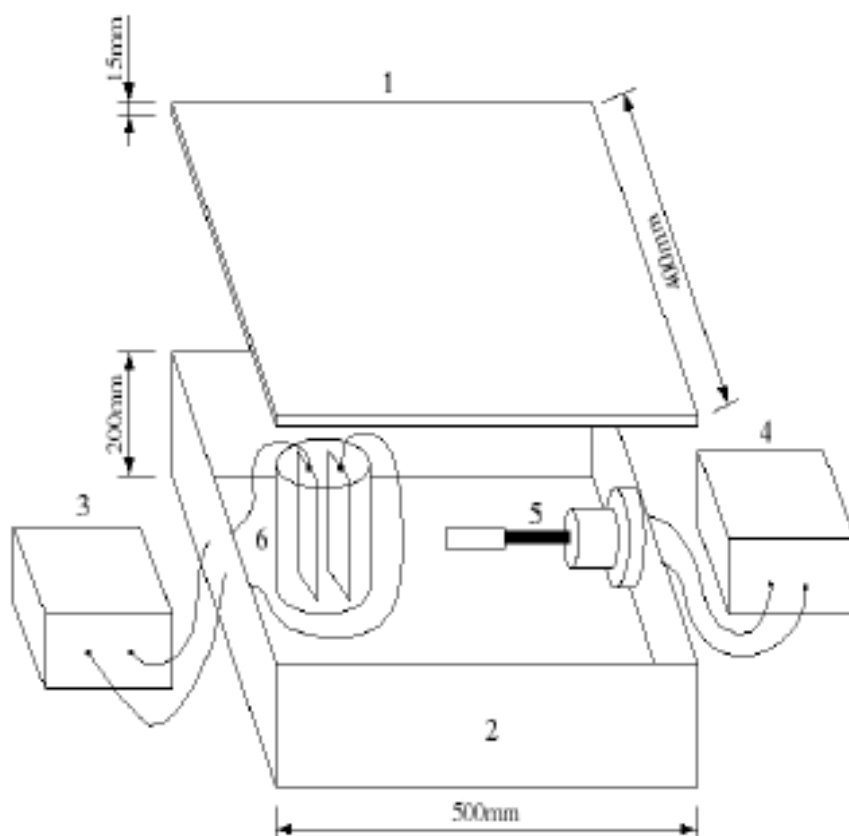


Figura 4 –Esquema do reator para fotodegradação

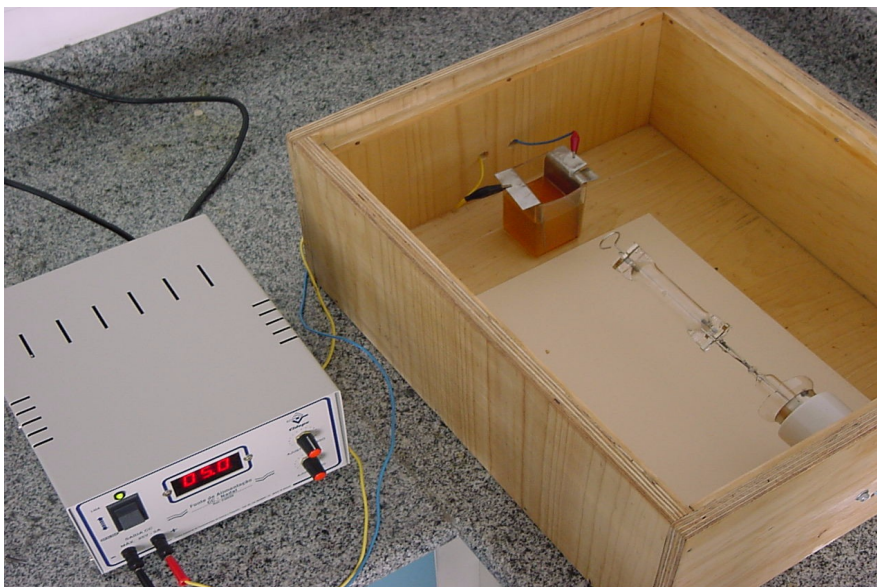


Figura 5 – Fotografia do reator em batelada

3.2 – Atividades de análises

A degradação fotoquímica pode ser acompanhada por espectrofotometria UV-visível, medidas de pH e/ou de condutividade do sistema em estudo. Este reator em batelada pode ser utilizado em aulas de nível superior ou ainda de nível médio, com abordagem interdisciplinar, em aulas de Química e de Matemática, ou ainda, em áreas correlatas.

Podem ser trabalhados conceitos de cinética química e fotoquímica, bem como, com a utilização de modelagem matemática, realizar o estudo de conceitos de funções linear e exponencial, por meio da avaliação dos gráficos obtidos, plotando os dados experimentais Absorbância x tempo de degradação, condutividade x tempo, ou ainda, pH x tempo de degradação, conforme exemplificado na Figura 6.

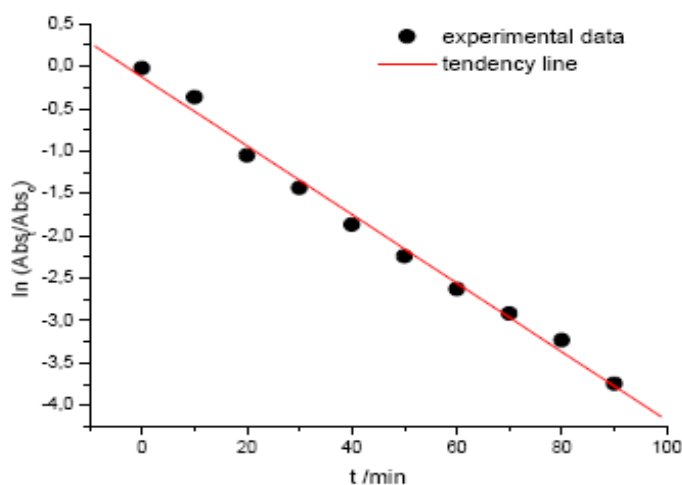


Figura 6 – Curva de primeira ordem da descoloração pelo tempo de degradação do corante vermelho bordeaux, $\lambda = 521\text{nm}$

No exemplo citado na Figura 6, a equação da reta (linha de tendência linear) é

$$y(t) = - 0.0040834 * t + 1.01145 \quad (\text{com } R = -0.9946991)$$

Para se ter um sistema com menor custo, pode ser utilizado uma célula de acrílico, que pode ser adquirida em lojas de material para escritório. Os corantes são vendidos em lojas de doces e chocolates e o restante do material pode ser fabricado facilmente em laboratório. A lâmpada utilizada, e a mesma utilizada em iluminação pública, só deve haver cuidado na retirada do êmbolo de vidro ao redor. O experimento somente deve ser realizado em locais fechados pois há a irradiação de raios UV, prejudiciais ao seres humanos.

3.3 - Bases de consulta:

<http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0103110810115619.pdf>

<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/detalhepesq.jsp?pesq=1793007242678493>

<http://www.wseas.us/e-library/transactions/systems/2008/27-657.pdf>

STÜLP, S.; HAETINGER, C.; MARMITT, S.; SILVA, C.P. Amaranth food dye Photochemical and photoelectrochemical degradation: experiments and mathematical modelling. **WSEAS Transactions on Systems**, **7**: 793-803, 2008.

STÜLP, S.; MARMITT, S.; SILVA, C. P. Avaliação eletroquímica e degradação fotoquímica do pesticida Malathion. **Revista Liberato** (Novo Hamburgo - RS), **9**:7-12, 2008.

STÜLP, S.; SILVA, C.P.; MARMITT, S. O uso de técnicas eletroquímicas no tratamento de efluentes de indústria alimentícia: uma Ferramenta para a gestão ambiental. **Estudo & Debate** (Lajeado-RS), **12**(2): 109-123, 2005.