



## II-047 - ESTUDO DA PERFORMANCE DE UM REATOR FOTOCATALÍTICO TIPO CPC PARA TRATAMENTOS DE EFLUENTES TÊXTEIS COM LUZ SOLAR

**Rita de Cássia Gomes de Oliveira**

Graduanda em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual da Paraíba.

**Geralda Gilvânia Cavalcante de Lima**

Graduada em Engenharia Química pela UFPB, Mestre em Engenharia Química, UFPB (1992), Doutora em Engenharia Mecânica, UFPB (2002). Professora do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Carlos Antônio Pereira de Lima**

Graduado em Engenharia Química pela UFPB, Mestre em Engenharia Química, UFPB (1992), Doutora em Engenharia Mecânica, UFPB (2002). Professora do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Fernando Fernandes Vieira**

Graduado em Engenharia Química pela UFPB, Mestre em Engenharia Química, UFPB (1992), Doutora em Engenharia Mecânica, UFPB (2002). Professora do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua: Nilda de Queiroz Neves, 1334/602 – Bela Vista – Campina Grande – Paraíba – CEP: 58108-670 – Brasil – Telefone celular: 83-9975-0977 – e-mail: [gilvania@uepb.edu.br](mailto:gilvania@uepb.edu.br)

### RESUMO

Neste trabalho foi verificada a eficiência da fotocatalise, com o catalisador dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), utilizando primeiramente um reator de tanque com radiação artificial e tipo CPC com radiação natural, na remoção da cor do corante comercial da tupy, de cor bordô. Foram avaliados a influência dos seguintes parâmetros: carga do catalisador, a influência do pH, concentração do poluente. O sistema experimental consistiu de um reator fotocatalítico, tipo CPC irradiado por luz solar. O tempo de duração dos experimentos era de 04 horas. A degradação e a descoloração ocorreram em pH ácido, com 0,1% da carga de catalisador. Os experimentos mostraram que os efeitos da luz artificial ou solar (UV), pH, bem como a carga dos catalisadores tem influência direta na degradação fotocatalítica. Diante dos resultados obtidos, verificou-se a eficiência do processo fotocatalítico na degradação do corante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotocatalise, Indústria têxtil,  $\text{TiO}_2$ .

### INTRODUÇÃO

A busca por uma melhor qualidade de vida, o consumismo, o aumento populacional e o conseqüente aumento das atividades industriais têm contribuído para o agravamento dos problemas ambientais, gerando uma grande quantidade de resíduos químicos. Dentro deste contexto, o setor têxtil apresenta um especial destaque, devido a seu grande parque industrial instalado gerar grandes volumes de efluentes, os quais, quando não corretamente tratados, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental (Kunz et al, 2002).

A remoção da cor do banho de lavagem é um dos grandes problemas que esse setor apresenta. Estima-se que cerca de 15% da produção mundial de corantes é perdida para o meio-ambiente durante a síntese, processamento ou aplicação desses corantes (Guaratini et al, 2000).

Relatos de despejos de toneladas de resíduos em córregos, rios e mares são ainda bastante freqüentes em todo mundo. No Brasil, a realidade não é diferente. Segundo o relatório apresentado em 2001 pela Agência Nacional de Águas, cerca de 70% dos rios que fazem parte das bacias hidrográficas que vão de Sergipe ao Rio Grande do Sul apresentaram altos índices de contaminação (Tiburtius et al, 2003).



Em função destes fatos, a legislação vem se tornando cada vez mais restritiva e a fiscalização mais presente, havendo também uma maior conscientização da população, relacionando aos riscos iminentes à saúde humana, e a necessidade de conservar os recursos naturais.

Dentre as soluções apontadas para tal problema ambiental, destacam-se os processos oxidativos avançados (POA), os quais são baseados na geração de radical hidroxila como oxidante (Zioli et al, 1998). Entre esses processos a Fotocatálise Heterogênea que vem apresentando excelentes resultados, possui várias aplicações para destruição de poluentes em águas subterrâneas, esgotos industriais, solos contaminados, descoloração de efluentes, e emissões atmosféricas, entre outros. A degradação fotocatalítica apresenta vantagens, tais como: propiciar a implantação de pequenas unidades, tecnologia limpa e degradação de compostos refratáveis.

A degradação fotocatalítica é conseguida com o auxílio de um fotocatalisador, no caso um semicondutor, e uma fonte de radiação. Alguns semicondutores possuem a capacidade de transformar luz em outro tipo de energia. Quando o semicondutor suspenso em uma solução absorve energia na faixa do seu “bandgap” (energia UV), um elétron ( $e^-$ ) da banda de valência (BV) é transferido para a banda de condução (BC), resultando na criação de lacunas ( $h^+$ ) na banda de valência, produzindo radicais altamente reativos (Goswani, 1997).

Os fotocatalisadores mais usados são: óxido de zinco (ZnO), trióxido de tungstênio (WO<sub>3</sub>), sulfeto de cádmio (CdS), sulfeto de zinco (ZnS), trióxido de ferro (FeO<sub>3</sub>) (Lakshmi et al., 1995). Os óxidos de zinco e de titânio são também os fotocatalisadores mais atrativos porque são mais baratos, fáceis de serem recuperados e menos nocivos ao ambiente (Sauer, 2002).

Fatores como concentração do semicondutor, área superficial, intensidade luminosa, íons presentes e pH têm sua influência na velocidade de degradação de diferentes compostos.

A energia necessária para ativar o fotocatalisador (TiO<sub>2</sub>) é superior a 3,2 eV, isto corresponde à radiação ultravioleta, cujo comprimento de onda é menor do que 388 nm. Basicamente qualquer fonte de luz que emita radiação neste comprimento de onda pode ser usada para promoção das reações fotocatalíticas

Neste trabalho de pesquisa foi verificado o desempenho de um reator tipo CPC(parabólico concentrador composto) irradiado por luz solar, no tratamento fotocatalítico,utilizando como semicondutor dióxido de titânio em suspensão, para remoção de cor e degradação de um efluente sintético, um corante comercial,o TUPY, de cor bordô muito utilizado para o tingimento de tecidos.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba,em Campina Grande-PB, no Laboratório de Saneamento Ambiental, do Departamento de Química. Foi utilizado Dióxido de Titânio (TiO<sub>2</sub> ) comercial,como catalisador, corante comercial Tupy bordô(utilizado como efluente sintético) e Ácido Sulfúrico(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para ajustes de pH do efluente.

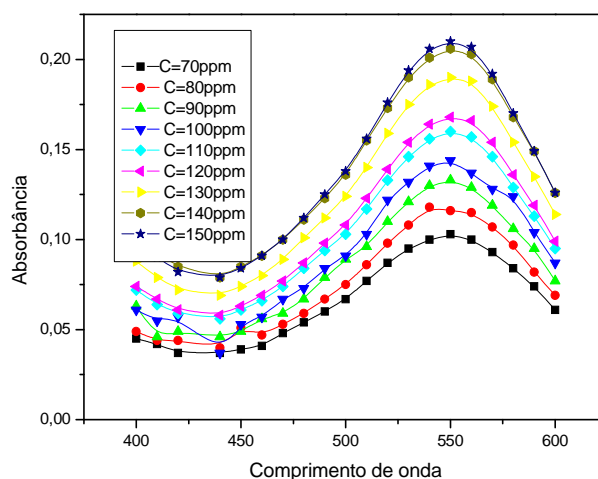
O sistema experimental consistiu de um reator fotocatalítico, tipo CPC irradiado por luz solar. O reator era dotado de um reservatório para o efluente a ser tratado, com capacidade máxima de 200 l. Uma bomba centrífuga, com rotor e carcaça confeccionados em material inerte, viabilizava a circulação do efluente (figura 1). O tempo de duração dos experimentos era de 04 horas, no intervalo 10:00 hs às 14:00 hs. A descoloração do efluente foi feita numa suspensão de dióxido de titânio. Durante o tempo percorrido para cada experimento era retirada uma amostra a cada 30 minutos, onde eram centrifugadas, a uma velocidade de 3200 RPM, em uma centrífuga elétrica Fanem, Baby I, Mod. 206, durante 90 min para separação do dióxido de titânio e em seguida serem analisadas. A avaliação da eficiência do processo fotocatalítico foi feita através da caracterização do efluente antes, durante e após o tratamento, através dos seguintes parâmetros: Demanda Química de Oxigênio (DQO), descoloração do efluente. Todas estas caracterizações seguirão determinação de acordo com normas padrão (APHA, 1995). O estudo foi com varias cargas de catalisadores.

**Figura 01 - Reator tipo CPC**

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

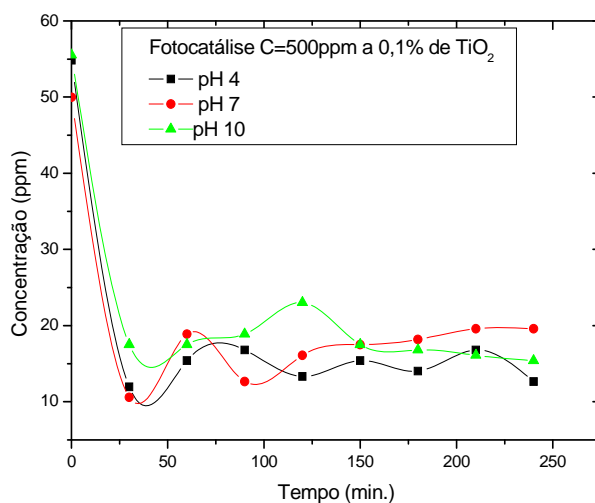
### Determinação do comprimento de onda

Antes da realização dos experimentos à luz solar, fez-se uma varredura no espectrofotômetro, com o corante em diversas concentrações, para verificar o comprimento de onda para utilização das medições de absorbância das amostras, antes, durante e após o tratamento fotocatalítico. Como mostra a figura 2, o comprimento de onda 550nm foi o que mais absorveu luz. Teoricamente, para esta cor, a faixa do comprimento de onda, varia da cor vermelha de 470 a 500nm, e a púrpura 500 a 560nm, de acordo com os tons de sua coloração.

**Figura 2: Espectro de Absorção do corante**

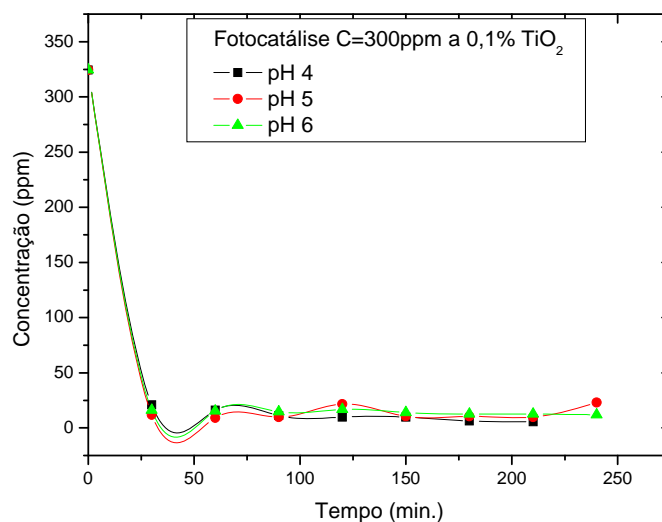
### Influência do pH

A figuras 3 mostra a influência do pH, na descoloração do corante, quando submetido ao processo fotocatalítico, utilizando um reator tipo tanque, com radiação UV artificial. Observa-se uma eficiência do processo fotocatalítico nas 3 faixas de pH estudado. No entanto, em pH ácido ocorre uma descoloração maior, alcançando 90%. Partindo desta informação, fixou o pH ácido para os experimentos com luz solar.



**Figura 3: Efeito do pH sobre a descoloração**

O efeito do pH, além de afetar a superfície do catalisador, afeta também a dissociação do corante e formação de radicais hidroxilas. A figura 4 encontra-se os dados resultantes de experimentos feitos com um reator tipo CPC utilizando a radiação UV, proveniente do sol, com três valores de pH, em faixa ácida. Pode ser visto que, mesmo estando o efluente numa concentração cinco vezes maior que a utilizada com luz artificial, ocorre a descoloração nos 50 minutos iniciais.



**Figura 4: Influência do pH em um reator tipo CPC com luz natural**

#### Influência da Carga do Catalisador

A figura 5 mostra a influência da carga de catalisador, o  $\text{TiO}_2$  a 0,05 e 0,1%, para a concentração do corante de 1000 ppm, mostra que à medida que a quantidade de catalisador aumenta, a degradação também aumenta e conseqüentemente o processo fotocatalítico acontece de forma mais satisfatória, isto se deve ao fato de que, o número de partículas de  $\text{TiO}_2$  foram adsorvidas pelas moléculas de substratos disponíveis, causando um aumento no número de sítios ativos superficiais.

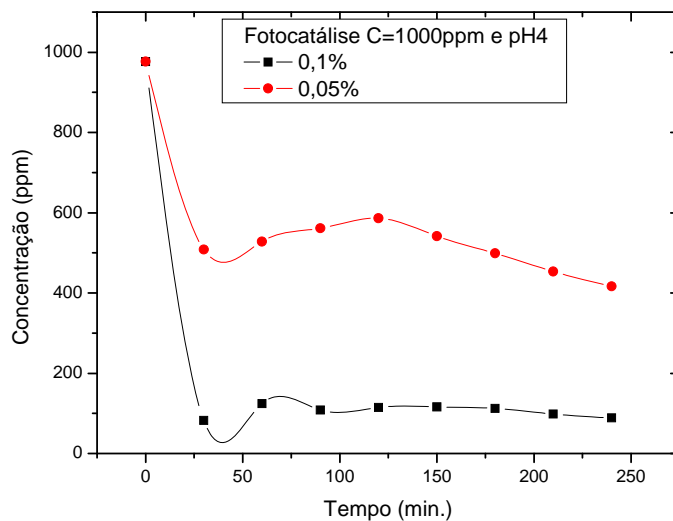


Figura 5: Carga do catalisador

#### Estudo do efeito da Concentração do poluente

Através da figura 6, pode ser visto que após o tratamento, verificou-se que uma redução nas concentrações nos primeiros 30 minutos de exposição à radiação solar, em todos os experimentos, alcançando quase descoloração completa. Isto pode ser explicado devido à quebra da ligação dupla entre os átomos de nitrogênio (-N=N-) do azo corante, que funciona como sítio ativo para o ataque oxidativo, removendo assim a cor.

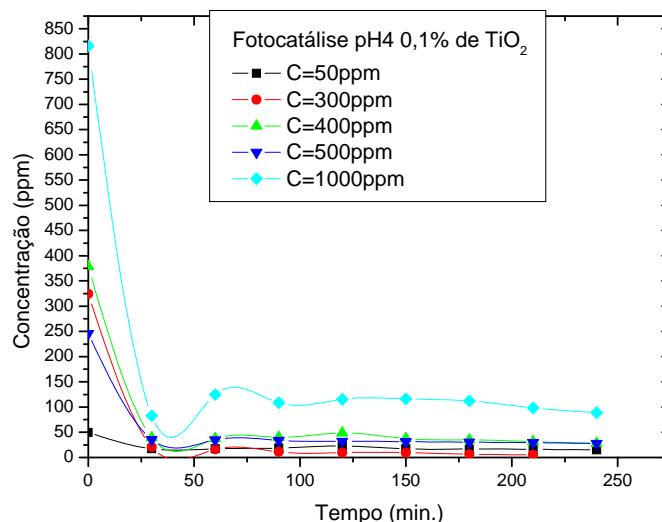


Figura 6: Estudo do efeito da Concentração do poluente

#### Estudo do efeito da fotocatalise sobre a DQO

A figura 7 mostra o comportamento do efluente tratado em termos de demanda química de oxigênio, onde se ver considerável degradação de matéria orgânica. Como pode ser observado, a concentração mostrou melhor resultado, foi de 400ppm, reduzindo de 60 para 10 mgO<sub>2</sub>/L. Esses resultados evidenciaram que para este corante, a redução de cor está associada à redução de DQO.

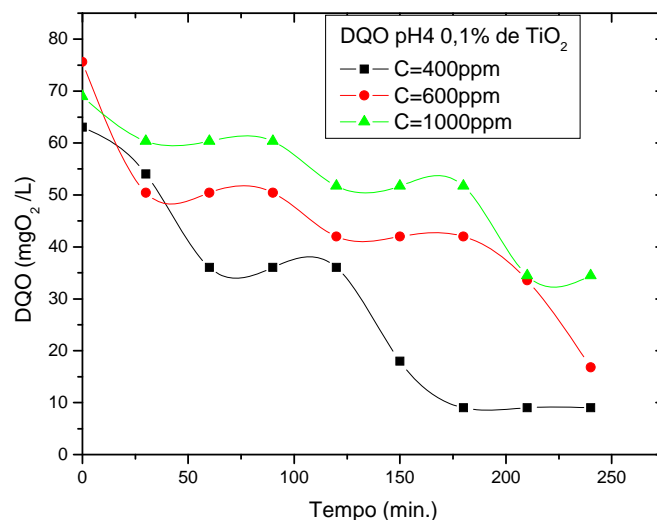


Figura 7: Efeito da fotocatalise sobre a DQO

## CONCLUSÕES

O comprimento de onda que apresentou máxima absorção foi de 550 nm; O pH que melhor se comportou durante todo o trabalho foi em meio ácido (pH= 4,0), para ambos reatores de estudo. A carga do catalisador 0,1% foi a que mais se mostrou eficiente, obtendo uma remoção de cor do corante em praticamente 30min; Os resultados obtidos neste trabalho apontam viabilidade do tratamento fotocatalítico para o efluente contendo o corante têxtil da marca TUPY, de cor bordô.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. AWWA.WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 15<sup>a</sup> ed. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1995. 1134 p.
2. CLAUSEN, Débora Nobile; TAKASHIMA, Keiko. Efeitos dos Parâmetros operacionais na fotodegradação do azo-corante direct red 23 na interface dióxido de titânio/água. Revista Química Nova. São Paulo. V. 30, n. 8. 2007.
3. DUARTE, Edward Thomas Fleury Mendonça; XAVIER, Thiago Padovani; SOUZA, Danilo Rodrigues; MIRANDA, Jacques Antonio; MACHADO, Antonio Eduardo da Hora. Construção e estudos da performance de um reator fotoquímico tipo CPC ("compound parabolic concentrator"). Revista Química Nova. São Paulo. V.28, n. 5. set/out. 2005.
4. GUARATINI, Cláudia C. I., ZANONI, Maria Valnice B. Corantes Têxteis. Revista Química Nova, V.23, n. 1, São Paulo. Jan/Fev. 2000.
5. SAUER, Ticiane. Degradação Fotocatalítica de corante e efluente têxtil. 2002. Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.