

CONFECÇÃO DO CATALISADOR DE TiO₂ SUPORTADO EM BASTÃO DE VIDRO

C. A.A.PEREIRA¹, M.R. NAVA¹, M.B.RORDRIGUES¹, R.G. MARQUES¹

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Química

E-mail para contato: rubianemarques@utfpr.edu.br

RESUMO – A fotocatálise heterogênea é um processo eficiente para a degradação de diversos efluentes contendo compostos recalcitrantes, mas tem seu uso limitado industrialmente devido a dificuldade de remoção dos catalisadores dos sistemas reacionais. Para resolver esta problemática, uma alternativa é suportar o óxido semicondutor em um material inerte, de forma a fixar o mesmo dentro do reator, eliminando a etapa de separação do photocatalisador. O presente trabalho teve como objetivo suportar dióxido de titânio em bastões de vidro e verificar a estabilidade do mesmo no bastão e sua aplicação para o tratamento de uma solução sintética de corante azul reativo. Verificou-se que a impregnação de dióxido de titânio nos bastões foi eficiente, mas quando estes foram aplicados ao processo photocatalítico não se obteve uma performance de excelência, isto ocorreu devido a uma baixa massa de catalisador disponível no meio reacional. Sendo necessário futuramente, novos ensaios utilizando uma massa maior, tendendo a uma melhor eficiência photocatalítica.

1. INTRODUÇÃO

O setor têxtil é um dos segmentos de maior tradição na história da humanidade, desempenhando um papel de grande importância na maioria dos países, tanto no âmbito econômico como no social (PÉREZ, 2002). No Brasil, o processo de industrialização se iniciou com a indústria têxtil. Ela precede à chegada e ocupação do País pelos portugueses. Os índios que aqui habitavam, já exerciam atividades artesanais como entrelaçamento manual de fibras vegetais e produção de telas grosseiras para várias finalidades (SINDIMALHAS, 2014).

Segundo Bergna et al (1999), as indústrias têxteis estão entre as indústrias que mais consomem água, utilizando cerca de 100 m³ de água e emitindo cerca de 100 Kg de DQO (demanda química de oxigênio) por tonelada de tecido produzido. A remoção de cor é uma das tarefas mais difíceis no processo de tratamento de efluentes têxteis. O residual de cor tem limitado os processos de reciclagem de água. Quando as descargas de efluente são lançadas no sistema de esgoto ou no meio ambiente, a remoção de cor é também essencial para minimizar os danos ecológicos e cumprir a legislação (KARCHER, KORNMÜLLER E JEKEL, 1999).

O tratamento de efluente têxtil tem sido considerado uma das mais importantes categorias de controle da poluição da água, devido à alta intensidade de cor e grande concentração de contaminantes orgânicos (Lee. et al., 1999). Os parâmetros globais mais importantes para as substâncias orgânicas são o COT (carbono orgânico total), a DBO

(demanda bioquímica de oxigênio) e a DQO (demanda química de oxigênio) (Sanin, 1996). A carga química dos efluentes de tingimento varia não somente em função da química do processo, mas também com a operação, isto é, se é contínua ou batelada. Valores da relação de banho e da exaustão do corante podem ser bem diferentes em função do método empregado e dos materiais utilizados (Cunha, 2001).

Uma alternativa para o tratamento destes efluentes estão no tratamento por meio dos Processos Oxidativos Avançados (POA) os quais são definidos como processos com potencial de produzir radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$), que são espécies altamente oxidantes, em quantidade suficiente para mineralizar matéria orgânica a dióxido de carbono, água e íons inorgânicos (Polezi, 2003). Os processos de oxidação avançada (POA) são usados para oxidar os componentes orgânicos, complexos encontrados em águas residuais que são difíceis de degradar biologicamente em produtos finais mais simples (Metcalf&Eddy, 2003).

Os POAs podem ser utilizados em conjunto com outros tratamentos de efluentes, como pré-tratamento para a facilitação de operação de tratamento biológico posterior, ou como pós-tratamento para mineralização de compostos recalcitrantes de outros tratamentos.

A fotocatálise heterogênea é um processo oxidativo avançado que tem como base a irradiação de um material semicondutor. O início do processo ocorre com a irradiação do semicondutor a qual a energia de radiação tem que ser igual ou superior à sua energia de “band gap”, para que ocorra a absorção de fôtons e a geração de pares elétron-lacuna, os quais se dissociam em elétrons livres na banda de condução e lacunas na banda de valência com potencial para gerar radicais $\cdot\text{OH}$ a partir de moléculas de água ou efluente adsorvido (HERRMANN, 1999; NOGUEIRA E JARDIM, 1998). Os radicais hidroxila são altamente oxidantes, e reagem com compostos orgânicos, podendo levar a mineralização completa dos mesmos.

Nesse contexto, a fotocatálise apresenta-se como uma alternativa para o tratamento do efluente de indústria têxteis. Existem diversos estudos que demonstram a eficiência do processo fotocatalítico para a degradação de efluente têxtil, mas a sua aplicação industrial é reduzida devido à dificuldade de separação dos fotocatalisadores do meio reacional, sendo muitas vezes necessário a utilização de uma membrana filtrante da ordem de $0,45\mu\text{m}$. Devido a essa dificuldade o presente trabalho tem objetivo suportar o dióxido de titânio em bastão de vidro e avaliar sua eficiência no processo fotocatalítico, degradando uma solução sintética de corante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os bastões catalíticos foram preparados de acordo com as seguintes etapas:

- Os bastões de vidro foram lavados com água e sabão neutro, foram submetidos a ataque ácido (HCl, 1,0 mol/L) por 2 horas, seguido por um tratamento básico (NaOH, 2,0mol/L) por mais 2 horas; então lavou-se os mesmos com água desionizada seguido por álcool isopropílico. E secados em temperatura ambiente.
- O dióxido de titânio para a impregnação no suporte foi misturado a 8mL de precursor tetraisopropóxido de Ti IV (98%) em 90mL de álcool isopropílico e

deixado em agitação por uma hora, então foi adicionado a solução 10mL de água destilada, 1mL de peróxido de hidrogênio (PA) e 0,5mL de nitrato de prata a 0,2mol/L e deixou sob agitação por 2 horas.

- Os bastões foram banhados em equipamento dip-coat e lavados após o banho com água destilada. Foram deixados em temperatura ambiente por 24 horas para formação do sol-gel. E calcinados em mufla a 450° por 4 horas.

A unidade reacional consistiu em um reator de vidro encamisado com volume de 500mL, com sistema de agitação magnética, um suporte, lâmpada 125 W da General Electric (GE) emitindo luz ultravioleta (sem bulbo), e caixa protetora para impedir a passagem da radiação ao exterior. “Representado na Figura 1”.



Figura 1- Reator utilizado com a solução sintética de corante azul.

Os testes fotocatalíticos foram realizados a temperatura controlada, por 120min em presença de três bastões contendo 400mL de solução de corante azul reativo a 50ppm, sob agitação magnética e irradiação de luz.

3. RESULTADOS

Abaixo: “na Figura 2”, estão apresentados os bastões sem tratamento (A) e os bastões com o filme de dióxido de titânio (B). Através desta figura é possível observar a eficácia do filme sol-gel impregnado nos bastões.

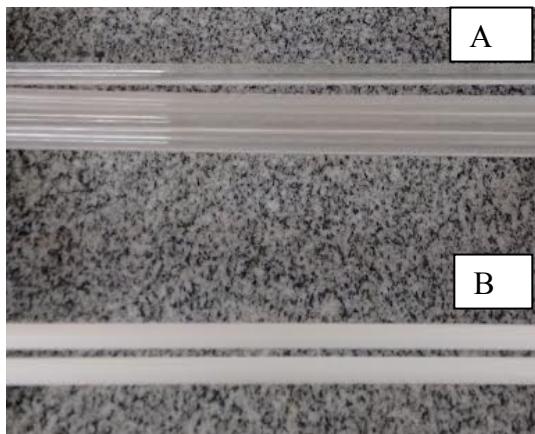


Figura 2- Bastões antes do tratamento e após o tratamento.

A massa de dióxido de titânio impregnada em cada bastão foi em torno de 2×10^{-3} gramas.

Para verificar a estabilidade da camada de dióxido de titânio formada no processo simulando, para a reação fotocatalítica foi utilizado apenas água e verificou-se que não ocorreu perda de massa do sistema, mostrando assim que o dióxido de titânio aderiu bem ao suporte. Após verificada a estabilidade da massa de catalisador suportado, iniciou-se os testes de atividade fotocatalítica. Os testes de adsorção, fotocatálise e fotólise: “estão apresentados na Figura 3”.

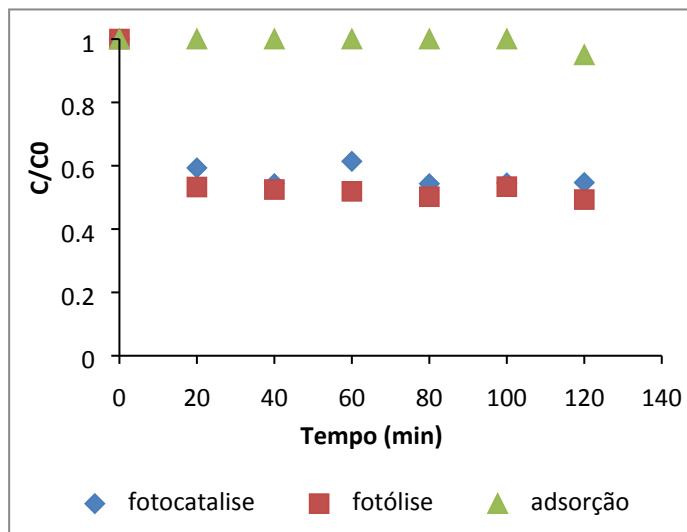


Figura 3- Porcentagem de redução da concentração da solução de corante azul reativo sob radiação UV.

Verifica-se que o tempo de reação pode ser otimizado para 20 minutos já que após este tempo existe uma estabilização da redução de concentração do corante na solução, sendo alcançada uma degradação de 50% da solução inicial.

Observa-se que a redução do corante através a adsorção foi menor que 5% mostrando que a adsorção não é o processo dominante para a fotodegradação do corante. Verificou-se que os resultados obtidos para a fotólise e a fotocatálise heterogênea foram os mesmos evidenciando que ocorreu predominantemente o processo de fotólise.

Isto aconteceu devido a pequena quantidade de catalisador no meio reacional, a massa disponibilizada foi de 12×10^{-3} g/L uma massa muito inferior que as concentrações utilizadas na literatura, mostrando que para que o processo ocorra com sucesso é necessário a adição de mais bastões no sistema para que exista uma maior quantidade de semicondutor para ser irradiado para aumentar a eficiência do processo photocatalítico.

5. CONCLUSÃO

O dióxido de titânio foi imobilizado com sucesso no suporte, levando assim a possibilidade de aplicação industrial da fotocatálise heterogênea.

Pelos resultados o processo dominante é a fotólise. A massa disponibilizada para a reação não foi o suficiente para o sucesso do processo photocatalítico, em estudos futuros serão adicionados uma maior quantidade de bastões no meio reacional para que se tenha uma maior quantidade de semicondutor disponível para a reação photocatalítica.

6. REFERÊNCIAS

BERGNA, G.; BIANCHI, R.; MALPEI, F. (1999). GAC *Adsorption of Ozonated Secondary Textile Effluents for Industrial Water Reuse.* Water Science and Technology. Vol. 40, nº 4-5: 435-422

CUNHA, A.Q.(2001). Estudo da fotocatálise como alternativa para o tratamento de efluente têxtil. Monografia, Universidade Federal de Santa Catarina

HERRMANN, J.M. Heterogeneous photocatalysis: fundamentals and applications to the of various types of aqueous pollutants. *Catalysis Today*, v. 53, pp. 115–129, 1999.

KO, C. H., HSIEH, P. H., CHANG, M.W., CHERN, J. M., CHIANG, S. M., TZENG, C. J., 2009, “Kinetics of pulp Mill effluent treatment by ozone-basead process”, *Jounal of Hazardous Materials*, v.168, pp. 875-881

METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering - Treatment and Reuse.* 4º ed, 2003.

NOGUEIRA, R. F. P.; JARDIM, W. F.; A Fotocatálise Heterogênea e sua Aplicação Ambiental. *Química Nova.* v. 21, n. 1, pp. 69-72. 1998.

PÉREZ, M., TORRADES, F., DOMÉNECH, X., PERAL, J., **Fenton and Photo-Fenton Oxidation of Textile Effluents.** *WaterResearch.* v.36, p.2703-2710, 2002.

POLEZI, M. Aplicação de Processo Oxidativo Avançado (H₂O₂/UV) no Efluente de uma ETE para fins de Reuso. 2003. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003

SANIN, L. B. B. (1996). Tecnologia e Meio Ambiente. Associação Brasileira de Químicos Coloristas Têxteis. Vol. 4: 13-14KARCHER, S.; KORNMULLER, A.; JEKEL, M. (1999). Removal of Reactive Dyes by Sorption/Complexation with Curcubituril. *Water Science and Technology.* Vol. 40, nº 4-5: 425-433.

SINDIMALHAS. Sindicato das Indústrias Têxteis de Malhas do Estado de Minas Gerais, 20 de Fevereiro de 2004. Disponível em:<www.sindimalhas.com.br/>

.