

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS REACIONAIS NA FOTOCATÁLISE DE CORANTES ORGÂNICOS COM DIÓXIDO DE TITÂNIO

Jéssica Viel (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Daiane Marques de Oliveira, Marcelino Luiz Gimenes (Orientador): e-mail: mlgimenes@uem.br

Universidade Estadual de Maringá – Maringá-PR, CTC/DEQ.

Área / Subárea: Engenharia Química / Reatores Químicos (3.06.02.01-7)

Palavras-chave: dióxido de titânio, fotocatálise, radiação

Resumo

A poluição da água se tornou um problema ambiental grave, pois efluentes industriais contendo poluentes orgânicos e inorgânicos são constantemente descarregados nos corpos hídricos. Normalmente as tecnologias de tratamentos convencionais não são capazes de removê-los de forma eficiente. A fotocatálise é conhecida por ser uma das melhores opções para mitigar tal problema. Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar a influência de alguns parâmetros no processo fotocatalítico com dióxido de titânio, tais como, a concentração inicial do corante, a temperatura da reação, o pH do corante e o efeito da intensidade da luz e tempo de irradiação. Os melhores resultados obtidos foram com a imersão da tela de serigrafia na solução junto com parte da solução feita em pó.

Introdução

O desenvolvimento industrial tem proporcionado uma série de benefícios. Entretanto, é acompanhado por efeitos adversos como a produção de resíduos industriais. A poluição da água, por exemplo, se tornou um problema ambiental grave, pois efluentes industriais contendo poluentes orgânicos e inorgânicos são constantemente descarregados nos corpos hídricos (LUDWICHK, 2014). A remoção dos poluentes tem sido um grande desafio. Normalmente as tecnologias de tratamentos convencionais não são capazes de removê-los de forma eficiente. Por esse motivo tem-se intensificado a busca por tecnologias efetivas para degradar esses resíduos. Embora existam vários métodos de tratamento de água disponíveis, a fotocatálise é uma alternativa promissora para mitigar tal problema (HIR *et al.*, 2017, RAZAK *et al.*, 2014).

Este trabalho visa avaliar a influência de alguns parâmetros no processo fotocatalítico: a concentração inicial do corante; a temperatura da reação, pois a reação de fotocatálise tende a aumentar com o aumento da temperatura da reação; o pH do corante, já que pode alterar a carga na superfície do semiconductor; e por fim, a intensidade da luz e o tempo de irradiação, pois, influenciam a porcentagem de descoloração e fotodegradação do meio.

Materiais e métodos

Materiais: Tela de serigrafia (15 × 3) cm²; Solução para a impregnação; Ultrassom; Espectrofotômetro; Béquer; Erlemeyer; Seringa; Módulo de fotocatalise; e balança.

Síntese da solução a ser impregnada: a metodologia de produção do eletrodo de trabalho foi adaptada de MANCILLA *et al.* (2016). Em um béquer foi adicionado 16 mL de etanol e 1 mL de acetilacetona, mantendo sob agitação por 20 min. Posteriormente adicionou-se lentamente e sob agitação constante, 3,5 mL de butóxido de titânio. Após esse período a solução ficou sob agitação por mais 1 h seguida da adição de 0,7 mL de água, gota a gota. Nesta etapa evitou-se a precipitação. Depois a solução ficou em agitação por mais 2 h, sendo em seguida deixada para envelhecer por sete dias.

Imobilização do catalisador na tela de serigrafia: a imobilização foi realizada por imersão, sendo analisadas as melhores temperaturas de aquecimento entre os banhos da imobilização, a temperatura de calcinação e o tempo desses tratamentos térmicos, pois são eles que garantem a aderência e a ativação do TiO₂ no suporte. Para o revestimento de uma das telas, foi utilizado, além da solução, o pó (contendo TiO₂) de uma parcela da própria solução submetida à evaporação em evaporador rotativo.

Análises de caracterização: todas as telas revestidas foram caracterizadas por microscopia eletrônica de varredura para análise textural (QuantaChrome -250) para melhor visualização da impregnação e seriam caracterizadas por técnicas tradicionais, como: porosidade pelo método BET; espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (Bruker modelo Vertex 70v) Com essas caracterizações é possível conhecer o fotocatalisador, confirmar a eficiência do revestimento e explicar o seu comportamento quanto à degradação do corante.

Testes reacionais: a reação fotocatalítica de degradação do corante foi realizada em reator de vidro com volume interno de 250 mL. A fonte de radiação foi posicionada no centro do reator. O módulo do reator é composto de um sistema de arrefecimento, utilizando uma camisa com circulação de água, a fim de manter o meio reacional a uma temperatura constante de 25°C, o qual foi mantido sob agitação durante o período de irradiação de luz. Para o acompanhamento da reação foram retiradas amostras da solução regularmente ao longo de 3 h. Pequenas alíquotas da suspensão (3 mL) foram retiradas com uma seringa, filtrada através de um filtro de membrana e analisadas utilizando um espectrofotômetro de varredura, para quantificar a degradação do corante pela relação da sua absorvância com a concentração de corante.

Resultados e Discussão

No processo de revestimento do TiO₂ em telas de serigrafia, a melhor temperatura para aquecimento entre os banhos foi de 70°C. Foram realizadas três imersões em cada tela, com tempo de 30 min entre elas. Após os mergulhos, a tela foi seca em estufa por 24 h. Em quantidade de carga agregada às telas, todas apresentaram resultados semelhantes. Uma delas, inicialmente tinha massa de 0,2062 g e após a impregnação, passou a ter 0,2192 g, evidenciando a ocorrência da impregnação. Após a secagem e posterior pesagem, a tela foi submetida ao ultrassom para

avaliar a aderência do revestimento. Retirada do ultrassom, a tela foi seca em estufa por mais 30 min e pesada novamente para quantificar a aderência do material catalítico na tela, o que resultou numa massa total de 0,2151 g, indicando que 68,5% do revestimento ficou aderido ao suporte. A baixa aderência pode indicar uma inadequação da tela de serigrafia como suporte para o fotocatalisador ou do método utilizado.

Após a impregnação, a reação de degradação foi conduzida no módulo de fotocatalise. Para esse processo foi preparada uma solução de alarajando de metila com 1,25 mL dissolvidos em 250 mL, a qual foi colocado em placa de petri. Em seguida a tela revestida com TiO_2 foi mergulhada na solução de alaranjado de metila.

Em um primeiro momento, o módulo contendo a solução de alaranjado de metila e a tela fotocatalítica foi mantido sem nenhum tipo de iluminação ou radiação. Após uma hora, retirou-se uma alíquota de 3 mL dessa solução para verificar (em espectrofotômetro) a ocorrência de degradação do corante por adsorção. Sendo constatado uma pequena degradação, pois, inicialmente, a solução de alaranjado de metila apresentava uma absorvância de 0,484, e após esse tempo a absorvância medida foi de 0,475.

Após esse intervalo de tempo, ligou-se as luzes UV e esperou-se por três horas para finalizar o processo. Ao final desse período, foi retirado mais uma alíquota de 3 mL da solução, a qual foi analisada em espectrofotômetro, fornecendo uma absorvância de 0,121, indicando a atividade fotocatalítica da tela de serigrafia revestida com TiO_2 .

Após a degradação de solução contendo Alaranjado de Metila, as telas foram analisadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), cujas imagens são apresentadas na Figura 1.

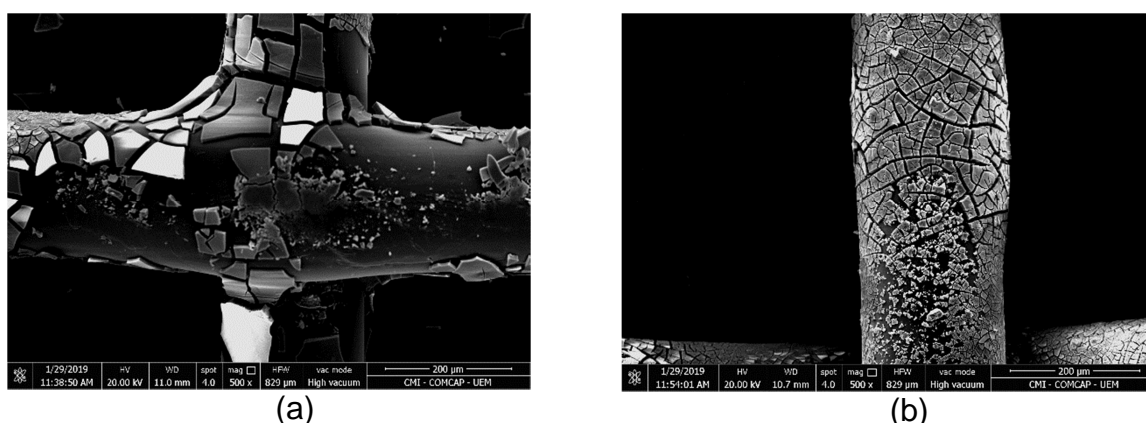


Figura 1 – Imagem pós reação (MEV 500x): (a) tela preparada por impregnação em solução de butóxido de titânio. (b) tela preparada por impregnação em solução de butóxido de titânio acrescida do TiO_2 extraído de parte da solução

Uma comparação entre as imagens da Figura 1 revela que o procedimento de imobilização realizado utilizando apenas a solução de butóxido de titânio foi inferior ao procedimento que utiliza o TiO_2 produzido a partir da mesma solução. Uma vez

que a primeira ficou mais quebradiça e revelou uma área maior da superfície da tela sem revestimento, apesar de terem apresentadas cargas catalíticas semelhantes.

Conclusões

O revestimento (ou funcionalização) de telas de serigrafia com catalisadores de dióxido de titânio foi cumprido, embora a escolha da tela de serigrafia como suporte pode não tenha sido adequada, já que a impregnação não foi muito efetiva. Apesar disso, verificou-se no teste catalítico que o material produzido apresentou boa atividade fotocatalítica para a degradação do alaranjado de metila. Esse teste foi realizado uma única vez. Outros testes reacionais, inclusive com outros tipos de suporte, não puderam ser realizados devido ao distanciamento social imposto pela pandemia.

Agradecimentos

Agradecimento especial aos meus orientadores, à doutoranda Daiane Marques e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

Referências

MANCILLA, F., J., *et al*, Improving the photoelectrocatalytic performance of boron modified TiO₂/Ti sol-gel based electrodes for glycerol oxidation under visible illumination, **RSC Advances**, v. 6, 52, p. 46668-46677, 2016.

RAZAK, S.; NAWI, M.A.; HAITHAM, K. Fabrication, characterization and application of a reusable immobilized TiO₂-PANI photocatalyst plate for the removal of reactive red 4 dye. **Applied Surface Science**. v. 319, p. 90-98, 2014.

LUDWICHK, R. **Síntese, preparação e caracterização de fotocatalisadores a base de TiO₂ imobilizados em vidro borossilicato**. Dissertação de mestrado, 2014. 100 f. UTFPR Pato Branco.

HIR, Z.A.M. *et al*. Immobilization of TiO₂ into polyethersulfone matrix as hybrid film photocatalyst for effective degradation of methyl orange dye. **Materials Science in Semiconductor Processing**, v. 37, p. 157-165, 2017