

## Síntese e caracterização de fotocatalisadores suportados em resíduos industriais

## Synthesis and characterization of photocatalysts supported on industrial waste

### RESUMO

Várias pesquisas têm sido realizadas com o propósito de encontrar soluções mais viáveis para o tratamento de rejeitos industriais. Diante disso, um método que tem sido bastante estudado é a fotocatalise heterogênea, que vem apresentando bons resultados na degradação dos compostos orgânicos. Um grande desafio para implantação do processo fotocatalítico em escala industrial é o processo de separação. Para melhoria do processo e possibilidade de aplicação industrial é necessário suportar o fotocatalisador em algum material seja inerte ou não a reação. Com base nessas informações, esta pesquisa teve por objetivo realizar a síntese e a caracterização do fotocatalisador de titânio dopado com cério, suportados em tecido sintético. Verificou-se visualmente que o fotocatalisador foi suportado em tecido e este foi aplicado na degradação de corante azul de metileno para verificar a sua fotoatividade.

Palavras-chave: Fotocatálise. Dióxido de titânio. Poliéster.

### ABSTRACT

Various researches have been carried out with the purpose of finding more feasible solutions for the treatment of industrial waste. Therefore, a method that has been extensively studied is heterogeneous photocatalysis, which has been showing good results in the degradation of organic compounds. A major challenge for implementing the photocatalytic process on an industrial scale is the separation process. To improve the process and the possibility of industrial application, it is necessary to support the photocatalyst in some material, whether inert or not the reaction. Based on this information, this research aimed to carry out the synthesis and characterization of the cerium-doped titanium photocatalyst, supported on synthetic fabric. It was visually verified that the photocatalyst was supported on fabric and this was applied in the degradation of methylene blue dye to verify its photoactivity.

Keywords: Photocatalysis. Titanium dioxide. Polyester.

Anne Caroline Prodocimo

[aprodocimo7@gmail.com](mailto:aprodocimo7@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Rubiane Ganascim Marques

[rubianemarques@utfpr.edu.br](mailto:rubianemarques@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Jaqueline Elisabet Savoia

[savoia.jaqueline@gmail.com](mailto:savoia.jaqueline@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro

[valquiria@utfpr.edu.br](mailto:valquiria@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

A poluição acentuada, no decorrer dos anos, fez surgir uma grande preocupação com o meio ambiente. Em razão disso, a legislação para o descarte de efluentes tem se mostrado cada vez mais rígida, porém essa medida ainda é incapaz de assegurar integralmente o descarte ou reutilização corretos dos resíduos. O que contribuiu no aumento de pesquisas para encontrar tratamentos que sejam eficazes, em especial para os poluentes orgânicos recalcitrantes. Dentre esses, a fotocatalise heterogênea. A fotocatalise heterogênea, encontra-se nos “Processos Oxidativos Avançados” (POA), e consiste na geração de radical hidroxila na presença de um óxido semiconductor e radiação (Nogueira e Jardim, 1998). O radical produzido contém alto poder oxidante e eficiência na degradação de vários compostos orgânicos em meio aquoso (Fioreze et al., 2004). O fotocatalisador dióxido de titânio é o mais estudado, por apresentar propriedades favoráveis, tais como: baixo custo, não toxicidade e fotoestabilidade (Nogueira e Jardim, 1998).

A desvantagem da utilização da fotocatalise heterogênea é a separação do semiconductor do meio reacional, tornando o processo caro (Teixeira e Jardim, 2004). Uma solução para esse problema é a impregnação do óxido em um suporte que viabilize a separação do fotocatalisador em um meio reacional.

Em sua pesquisa, Markovic et al. (2019) utilizaram nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  impregnado em tecido de algodão, uma vez que este possui uma excelente atividade fotocatalítica, obtendo eficiência na remoção dos corantes AO7 (laranja ácido) e MB (azul de metileno) em tecido  $\text{CO}+\text{TiO}_2$ . Em seguida, compararam o processo de biodegradação em fibras de CO e de  $\text{CO}+\text{TiO}_2$ , o que resultou que o  $\text{TiO}_2$  não afeta o processo de biodegradação. Assim como, Rejek e Grzechulska-Damszel (2018) que em seu trabalho, utilizaram  $\text{TiO}_2$  em fibra de vidro para analisarem a remoção e decomposição de sertralina em água, e concluíram que: a utilização de  $\text{TiO}_2$  é favorável, já que o resultado mostrou que uma pequena quantidade do catalisador impacta significativamente na remoção desse antidepressivo; a decomposição tem resultados melhores em pequenas quantidades de sertralina; e por fim, a configuração imobilizada (suspensa ou suportada) do catalisador mostra mais vantagens, porque elimina a problemática que é a remoção do fotocatalisador no final do processo. E Segato (2004), em seu trabalho a respeito da fotocatalise com  $\text{TiO}_2$  aplicado e suportado em superfície de filme de petróleo, obteve que o uso do catalisador em sinergia com a luz solar tem eficiência na fotodegradação principalmente de asfaltenos.

Sendo assim, esse trabalho propõe o suporte do dióxido de titânio dopado com cério em tecido tipo poliéster e PET passível de aplicação na fotodegradação de poluentes em meio aquático.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados para suportar o catalisador no tecido uma amostra de 10 g  $\text{TiO}_2$ +Cério que foi previamente sintetizada pela metodologia líquido-líquido adicionando solução salina de Cério e dióxido de titânio, utilizou-se de banho de ultrassom por 10 min e foi calcinada utilizando-se a mufla a temperatura constante de 450 °C durante 4 h.

Para o suporte, utilizou-se tecido residual de poliéster e também tecido de garrafa PET. Para a ligação ocorrer entre o tecido e o catalisador foi utilizado um soprador industrial que possui dois estágios, o primeiro atinge 450 °C utilizado durante 10 min e o segundo estágio atinge 900 °C utilizado durante 2 min, utilizou-se novamente o estágio 1 durante 5 min e deixou-se secar e esfriar o tecido.

O tecido passou por uma lavagem a fim de retirar o excesso do catalisador utilizado e então, deixou-se secar por 24 h, foi então dimensionado de acordo com o tamanho do béquer de 250 mL, anotando-se a massa do tecido antes dos testes com o corante.

Preparou-se uma solução de azul de metileno de 1 L na concentração 0,01 g/L então, utilizou-se três amostras de TiO<sub>2</sub>-Ce/poliéster com as massas de 6,28 (amostra A), 4,3 (amostra B) e 4,2 (amostra C), utilizou-se 250 mL da solução de azul de metileno e foram realizados os testes de adsorção e de fotocatalise em triplicata, retirando amostras a cada 10 min no intervalo de 10 a 60 min, que foram lidas no espectrofotômetro UV-VIS. O reator utilizado foi um reator do tipo batelada com 4 lâmpadas germicida de 18W (UV) e 15 pontos de agitação magnética.

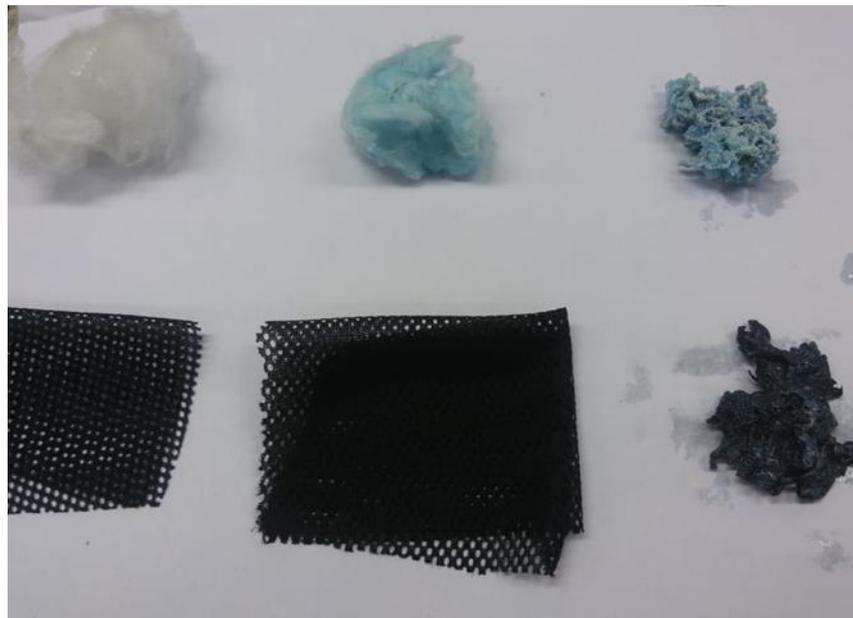
Para os testes com o TiO<sub>2</sub>-Ce/PET, utilizou-se a mesma solução de corante previamente preparada de 0,01 g/L, novamente foram realizados os testes de adsorção e de fotocatalise heterogênea. As amostras (D, E, F) foram colocadas no reator com 4 lâmpadas UV e 15 pontos de agitação e foram retiradas nos respectivos tempos descritos acima, anteriormente a leitura, fez-se necessário o uso de microfiltro para a leitura no espectrofotômetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da impregnação foi verificado visualmente. Posteriormente a impregnação, foi observado de modo visual que uma camada do dióxido de titânio dopado com cério, encontrava-se presente na superfície dos tecidos.

Nas lavagens, verificou-se que não ocorreu perda de massa no tecido, e as partículas presentes continuaram a ser visualizadas, mostrando assim que o fotocatalisador teve uma impregnação eficiente em ambos tecidos antes da aplicação da fotocatalise.

Figura 1. Tecidos antes e após a adsorção e teste fotocatalítico em sequência.

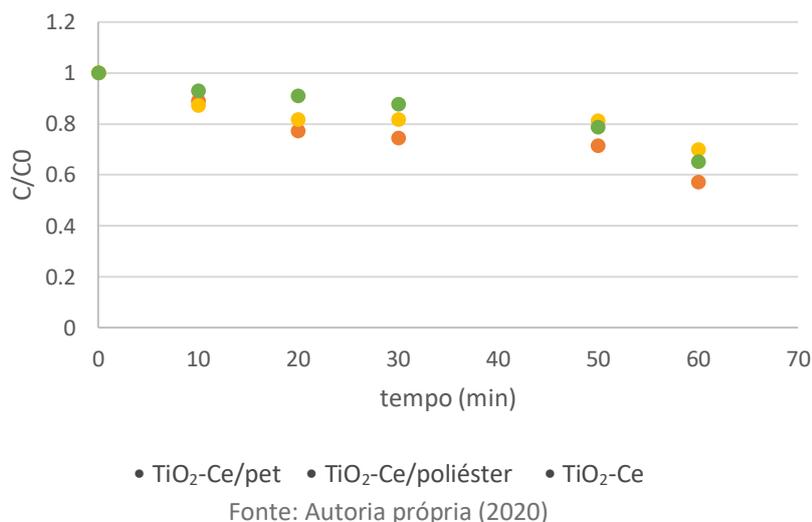


Fonte: Autoria própria (2020)

Foram realizados testes de adsorção do corante azul nos tecidos de fios de pet e no poliéster, e verificou-se que o poliéster não adsorveu corante, já o fio de pet adsorveu 48% do corante presente na solução de 0,01 mg/L.

Foram realizados então, ensaios fotocatalíticos com os fotocatalisadores suportados, e também com  $TiO_2$ -Ce livre (imerso). Os resultados encontram-se na Figura 2.

Figura 2 – Degradação da solução de corante azul de metileno na reação fotocatalítica.



Observou-se que após o teste fotocatalítico com  $TiO_2$ -Ce/PET apresentou turbidez, mostrando que sob irradiação o fotocatalisador se desprende do suporte, o que não é interessante para o processo. Além disso, o resultado de descoloração

do corante foi inferior ao teste de adsorção com o tecido de PET sem tratamento, o que mostra que este fotocatalisador não apresenta um bom resultado para aplicação em processos industriais.

Já o fotocatalisador  $\text{TiO}_2\text{-Ce}$ /poliéster não se despreendeu durante o teste fotocatalítico, e apresentou um resultado de degradação do corante de 42% e do  $\text{TiO}_2\text{-Ce}$  em suspensão 33%. Apesar do fotocatalisador em suspensão ter mais sítios ativos disponíveis a reação fotocatalítica, a solução se apresentou turva, o que dificulta a passagem de luz e por consequência diminui a eficiência fotocatalítica do processo. O fotocatalisador  $\text{TiO}_2\text{-Ce}$ /poliéster mesmo contendo uma quantidade menor de sítios ativos disponíveis devido a impregnação do fotocatalisador no tecido, foi mais eficiente, pois a radiação UV foi melhor direcionada ao catalisador favorecendo assim o processo fotocatalítico.

### CONCLUSÕES

A metodologia de impregnação, mostrou-se eficiente para impregnação do  $\text{TiO}_2\text{-Ce}$  em poliéster, mas não mostrou eficiência na impregnação do fotocatalisador em fios de PET.

O fotocatalisador  $\text{TiO}_2\text{-Ce}$ /poliéster, mostrou-se promissor para aplicação em escalas maiores.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica para execução deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

FIGLIARO, M.; SANTOS, E. P. d.; SCHMACHTENBERG, N. Processos oxidativos avançados: fundamentos e aplicação ambiental. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria; Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET**, Revista, v. 18, n. 1, ed. ISSN 2236 1170, p. 79-91, 1 abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/10662/pdf>. Acesso em: ago. 2020.

MARKOVIĆ, D.; VASILJEVIĆ, J.; GOLJA, B.; TOMŠIČ, B.; SIMONČIĆ, B.; RADETIĆ, M. Biodegradation of cotton fabric impregnated with TiO<sub>2</sub> nanoparticles. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v. 84, ed. 7, p. 743-755, 1 jan. 2019. Disponível em: <https://doaj.org/article/927e1f93b21a4c0a9d8b6935a27c6984?frbrVersion=2>. Acesso em: 25 ago. 2020.

NOGUEIRA, R. F. P., JARDIM, W. F. A fotocatalise heterogênea e sua aplicação ambiental. **Química Nova**, vol.21, n.1, ed. ISSN 1678-7064, p.69-72, 1998. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40421998000100011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000100011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: set./ago. 2020.

TEIXEIRA, C.P.A.B., JARDIM, W.F., Caderno temático: processos oxidativos avançados – conceitos teóricos. **Universidade estadual de Campinas – UNICAMP; Instituto de Química – IQ; Laboratório de Química Ambiental – LQA**. Campinas, Ag. 2004, p.28-53. Disponível em: <http://lqa.iqm.unicamp.br/cadernos/caderno3.pdf>. Acesso em: ago. 2020.

REJEK, M.; GRZECHULSKA-DAMSZEL, J. Degradation of sertraline in water by suspended and supported TiO<sub>2</sub>. **Polish journal of chemical technology**, v. 20, n. 2, p. 107-112, 1 jun. 2018. Disponível em: <https://content.sciendo.com/view/journals/pjct/20/2/article-p107.xml?product=sciendo>. Acesso em: 25 ago. 2020.

SEGATO, T. P. **Estudo e otimização da fotocatalise com TiO<sub>2</sub> (P25) aplicado e suportado em superfície de filme de petróleo sob luz solar**. 2004. Relatório de conclusão do Estágio Supervisionado em Química – Universidade Estadual de Londrina, Orientador: Profa. Dra. Carmen Luisa Barbosa Guedes; Londrina, 2004. Disponível em: [http://www.uel.br/grupo-pesquisa/meioambiente/fotopetro/arquivos/tcc/thiago\\_pinotti\\_segato.pdf](http://www.uel.br/grupo-pesquisa/meioambiente/fotopetro/arquivos/tcc/thiago_pinotti_segato.pdf). Acesso em: 25 ago. 2020.