

SÍNTESE DE FOTOCATALISADOR FUNCIONALIZADO DO TIPO AgTi/MCM-41 PARA FOTODEGRADAÇÃO DE EFLUENTE

Geovanni Silva Comilo (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Jean César Marinozi Vicentini, Nathalia Caputo da Silva, Mara Heloisa N. Olsen Scaliante (Orientador), e-mail: mhnoscaliante2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR

Engenharias – Engenharia Química

Palavras-chave: fotocatalise heterogênea; mineralização de efluente têxtil; funcionalização de peneira molecular.

Resumo: O ambiente necessita cada vez mais que os processos industriais sejam menos invasivos e os danos sejam minimizados o máximo possível, pois, os danos causados até os dias atuais são preocupantes. As lavanderias industriais são responsáveis por grande consumo de água que posteriormente é devolvida em forma de efluente pouco tratado, e que carregam produtos utilizados no processo, dentre eles, corantes, tensoativos, amaciantes, sabões e outros. Os tratamentos utilizados neste setor não são eficientes para retirar toda a carga orgânica e tóxica que será devolvido ao ambiente limitando-se a uma análise de cor. O objetivo deste trabalho foi estruturado na síntese do fotocatalisador funcionalizado do tipo Ag/TiO₂/MCM-41 para futuramente promover a mineralização de efluente têxtil por fotocatalise. Foi sintetizado a peneira molecular MCM-41 e depois realizado a dopagem do catalisador. Resultados de microscopia eletrônicas de varredura indicaram aglomerações de partículas de sílica com tamanhos de aproximadamente 25 µm de formas poliédricas regulares e energia de band gap de 3,07 eV.

Introdução

Com a globalização atualmente as pessoas sofrem influências em diversos aspectos. Com o crescimento na produção, cresce também a quantidade de resíduos gerados, no setor têxtil existe a preocupação do grande volume de efluente e a qualidade que deve ser alcançada antes destes serem despejados em qualquer leito. A poluição pela descarga dos corantes gera problemas na natureza, muitas das moléculas deste material são estáveis, difíceis de se degradarem e podem ser tóxicas (COUCHLIN,2016).

Em função desta realidade, muitos esforços têm sido dedicados ao desenvolvimento de tecnologias alternativas, com claro destaque para os processos avançados de oxidação (POAs), que permitem a degradação de

substratos orgânicos de diversa natureza, eventualmente até completa mineralização.

Deste modo o presente artigo procura promover a mineralização de efluentes têxteis na presença de água, sob irradiação e na presença de fotocatalisados funcionalizados do tipo Ag/TiO₂/MCM-41. A síntese de obtenção de semicondutores a partir de titânio (ou/e zinco) e da sílica MCM-41, que apresenta sítios catalíticos básicos denominados de siloxi ($\equiv\text{SiO}-$) e resultados catalíticos promissores, são pesquisadas e crescem nos últimos anos. A técnica de eletrospinning (eletrofiação) se mostra uma técnica promissora neste sentido, os nanofios que podem ser obtidos neste processo são convenientes para diferentes tipos de aplicações industriais. A técnica é promissora devido a fácil aplicação e o controle do processo (XU et al., 2020).

Assim, este trabalho tem como foco principal a produção do fotocatalisador heterogêneo dopado com prata do tipo AgTi/MCM-41 para uso no tratamento fotocatalítico de efluente têxtil real. Para tanto, fez-se necessário sintetizar um semicondutor capaz de degradar diferentes moléculas orgânicas e inorgânicas ao mesmo tempo, não gerando produtos secundários.

Materiais e métodos

Síntese da MCM-41

A síntese da peneira molecular MCM-41 foi realizada conforme metodologia adaptada de Caps e Tsang (2003) e Jia et al. (2019). Foi adicionado a um volume de 120 mL de água desionizada uma quantia de 2.4 g de CTAB e posto sob agitação por 5 min até completa solubilização do polímero. Em seguida foi acrescentado 8 mL de hidróxido de amônio e agitado por mais 10 min para logo ser adicionado 10 mL de TEOS gota-agota, por meio de uma pipeta de Pasteur, e agitado por mais 1 h. A solução foi filtrada, seca a 100 °C por 12 h e calcinado a 550 °C por 5 h (1 °C/min).

Dopagem dos cocatalisadores

Para a incorporação de TiO₂ na MCM-41 foi utilizado o método de impregnação com refluxo do solvente (Fernandes et al., 2018). O volume de isopropóxido de titânio (IV) foi aferido de modo a totalizar 20% (m/m) e adicionado junto a 70 mL de álcool isopropílico e posto sobre refluxo, junto a MCM-41 (Dp < 0.35 mm), por 1 h. Após evaporação parcial do álcool, o material foi retirado e seco a 100 °C por 12 h e calcinado a 500 °C por 3 h (10 °C/min). O catalisador foi nomeado de Ti/MCM-41. A adição de cocatalisadores foi realizada utilizando a metodologia clássica de impregnação úmida com excesso de solvente. Foi adicionado a um balão de fundo redondo, contendo Ti/MCM-41 (Dp < 0.35 mm) e 70 mL de água desionizada, e AgNO₃ (sal metálico) de maneira que ao fim da síntese contenha 1% (m/m) do metal. Após rotaevaporação com refluxo a 80 °C o material foi seco por 12 h a 100 °C e calcinado a 500 °C por 5 h (5 °C/min) (Fernandes et al., 2018). Na etapa 1 o catalisador obtido foi: AgTi/MCM-41.

Resultados e Discussão

MEV – microscopia eletrônica de varredura

Na análise de microscopia eletrônica de varredura (Figura 1a,b) são observadas aglomerações de partículas de sílica com tamanhos de aproximadamente 25 μm de formas poliédricas regulares.

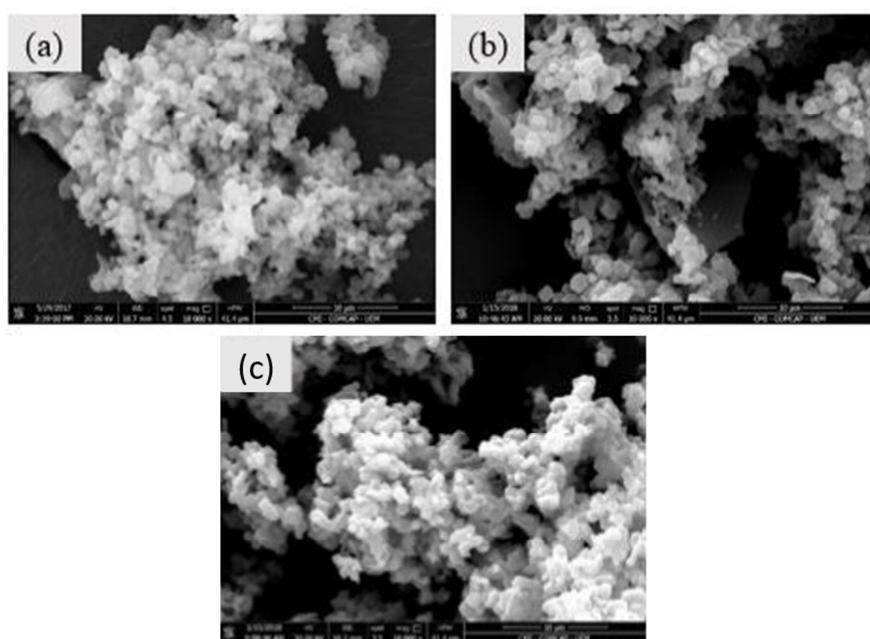


Figura 1: MEV de a) MCM-41, b) TiMCM-41 e c) AgTiMCM-41

A microscopia do fotocatalisador após a adição do metal é apresentada na figura (c) e mostra que também não houve alteração da morfologia dos materiais, mantendo a forma regular esférica das partículas de catalisadores. É possível constatar que houve uma impregnação metálica eficiente do catalisador AgTi/MCM-41.

FTIR – Fotoacústica Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier

Conforme pode ser observado na figura 2 a adição dos metais possibilitou a redução da energia de *bandgap* para o valor de 3,07eV no catalisador AgTiMCM-41, quando comparado apenas com MCM-41 com valor de 4,37eV. A redução ocorreu devido à formação de níveis doadores de elétron abaixo da banda de condução do TiO_2 , que são provocados pelas vacâncias de oxigênio formadas após a impregnação metálica.

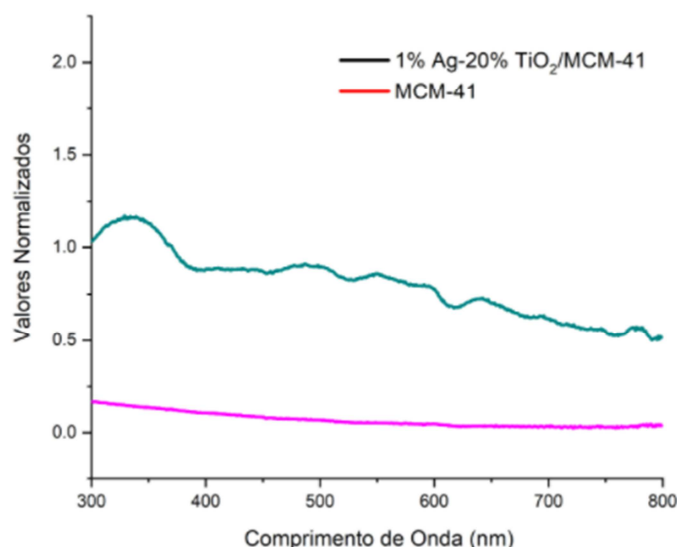


Figura 2: Espectros de fotoacústica da MCM-41 e do catalisador AgTiMCM-41

Conclusão

Constatou-se que o fotocatalisador desenvolvido apresentou boas características com relação à sua energia de *bandgap* e características morfológicas. Desta forma, houve impregnação metálica eficiente dos catalisadores e, por conseguinte, diminuição da energia de *bandgap*. Testes fotocatalíticos precisam ser realizados para verificar o potencial fotocatalítico do material produzido.

Referencias bibliográficas

CAPS, V.; TSANG, S. C. Heterogenisation of Os species on MCM-41 structure for epoxidation of trans-stilbene. *Applied Catalysis A: General*, v. 248, n. 1–2, p. 19–31, 2003.

COUGHLIN, M. F.; KINKLE, B. K.; BISHOP, P. L. High performance degradation of azo dye Acid Orange 7 and sulfanilic acid in a laboratory scale reactor after seeding with cultured bacterial strains. **Water Research**, v. 37, n. 11, p. 2757–2763, 2003.

FERNANDES, N. R. C.; OLSEN SCALIANTE, M. H. N.; YASSUE-CORDEIRO, P. H.; SCHWAAB, M.; BARBOSA-COUTINHO, E.; ENZWEILER, H. Evaluation of PdTiO₂/ZSM-5 catalysts composition effects on hydrogen production by photocatalytic water splitting. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 43, n. 13, p. 6515–1086525, 2018.



JIA, W.; LIU, T.; LI, Q.; YANG, J. Highly efficient photocatalytic reduction of CO₂ on surface-modified Ti-MCM-41 zeolite. **Catalysis Today**, v. 335, n. November 2018, p. 221–227, set. 2019.

XU, T.; DING, Y.; LIANG, Z.; SUN, H.; ZHENG, F.; ZHUM Z.; ZHAO, Y.; FONG, H. Three-dimensional monolithic porous structures assembled from fragmented electrospun nanofiber mats/membranes: Methods, properties, and applications. **Progress in Materials Science**, v. 112, p. 100656, 2020.