



## ANÁLISE FOTOCATALÍTICA DE FIBRAS NANOESTRUTURADAS DE $TiO_2$ E DE $TiO_2/WO_3$ NA DEGRADAÇÃO DO CORANTE ALARANJADO DE METILA

Cassiano Rodrigues Américo <sup>1</sup>, Luana Goes Soares, Annelise Kopp Alves e Carlos Pérez Bergmann <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Autor, Engenharia Mecânica, Laboratório de Materiais Cerâmicos, Escola de Engenharia, UFRGS

<sup>2</sup> Departamento de Materiais, Laboratório de Materiais Cerâmicos, Escola de Engenharia, UFRGS



### INTRODUÇÃO

O dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) é um dos principais semicondutores empregados em fotocatalise. Possui coloração esbranquiçada e a sua produção mundial gira em torno de 4,5 milhões de toneladas/ano. Apresenta-se sob três tipos de polimorfo; a anatase, o rutilo e a brookita. A capacidade fotocatalítica do  $TiO_2$  possibilita a sua aplicação na purificação do ar, da água, como fungicida, bactericida, vermífico e, como agente esterilizante.

Mesmo sendo um dos fotocatalisadores mais eficientes para oxidação à temperatura ambiente de muitos produtos orgânicos, o baixo aproveitamento da luz solar surge como uma limitação a sua maior aplicação. A dopagem das fibras de  $TiO_2$  com tungstênio é uma alternativa, visando aumentar a capacidade de absorção de radiação UV. Sendo assim, este trabalho pretende sintetizar fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$  por *electrospinning* e tratá-las à temperatura de 800 °C, a uma taxa de aquecimento de 1,4 °C/h. Estas fibras nanoestruturadas foram utilizadas como semicondutores em fotocatalise e a sua fotoatividade foi avaliada.

### OBJETIVO

- Sintetizar fibras nanoestruturadas por meio da técnica de *electrospinning*, utilizando um sistema contendo um precursor orgânico de titânio e uma solução polimérica capaz de promover a formação das fibras;
- Realizar tratamentos térmicos para obtenção de óxido de titânio;
- Caracterizar as fibras nanoestruturadas produzidas quanto à sua morfologia utilizando microscopia eletrônica de varredura, quanto às fases presentes através de difração de raios X e, fotoatividade mediante ensaios de degradação de uma solução 20 ppm de alaranjado de metila, sob iluminação UV.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

**a) Preparação da solução  $TiO_2/WO_3$ :** Foi feita uma solução contendo 0,10 g de ácido tungstíco, 2,5 mL de propóxido de titânio (TIP), 2 mL de ácido acético, 1 mL de peróxido de hidrogênio, e 5 mL de uma solução alcoólica de polivinilpirrolidona (PVP 10% em álcool etílico).

**b) Preparação da solução  $TiO_2$ :** Foi feita uma solução contendo os mesmos reagentes da solução (a) apenas com o decréscimo de ácido tungstíco e peróxido de hidrogênio.

**Electrospinning:** As duas soluções (a e b) foram inseridas, uma de cada vez, em uma seringa plástica de 5 mL conectada a uma agulha hipodérmica. A agulha foi conectada a uma fonte de alta tensão. A tensão aplicada foi de 13,5 kV, fluxo de 1,8 mL/h e uma distância de 12 cm entre a ponta do capilar e o coletor.

**Tratamento Térmico:** Um forno elétrico da marca SANCHIS foi utilizado para tratar termicamente as nanofibras à temperatura de 800°C com uma taxa de aquecimento de 1,4°C/h.

**Fotocatalise:** A atividade fotocatalítica foi determinada através da degradação de 125 mL de uma solução 20 ppm de alaranjado de metila em luz UV. Foram dispersos, com ajuda de um ultra-som 50 mg de nanofibras de  $TiO_2/WO_3$  e depois do término da primeira dispersão deu-se início a segunda dispersão com 50 mg de nanofibras de  $TiO_2$  em 125 mL da solução de alaranjado de metila. Após a dispersão a solução foi colocada no reator, ar comprimido foi borbulhado sob constante agitação magnética e temperatura de 30 °C. Luz UV foi irradiada constantemente sobre o reator. Inicialmente uma amostra de 4 mL foi retirada logo após a dispersão, e as demais foram retiradas do reator a cada 15 minutos. Após o término da fotocatalise as amostras foram filtradas e colocadas em cuvetas para a análise por espectrofotometria em 365 nm.

**Caracterização:** Para análise das fases presentes foi utilizado um difratômetro da marca PHILIPS, modelo X PERT, com radiação  $CuK\alpha$ , operando com uma tensão de 40 kV e corrente de 40 mA, velocidade de 0,05°/min e com um passo de 1 s em uma faixa de 5 a 75°. A morfologia das nanofibras foi observada através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). O equipamento utilizado para análise das amostras foi um (MEV, JEOL JSM 6060). A Figura 1 mostra o fluxograma das etapas necessárias para a síntese e caracterização das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$ .

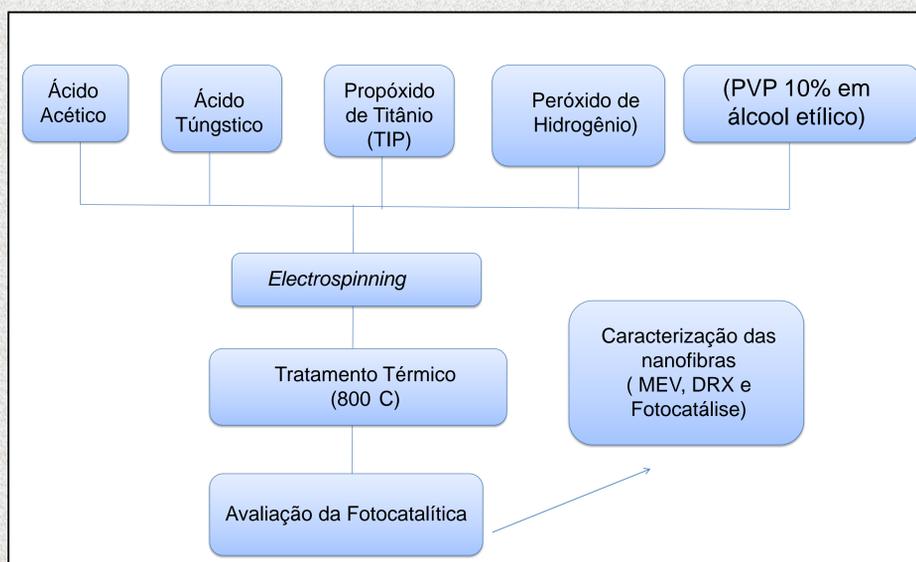
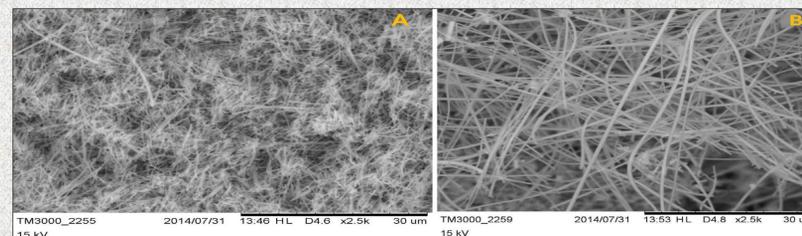


Figura 1: Fluxograma do processo de preparação e caracterização das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$ .

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta imagens por microscopia eletrônica de varredura (MEV) das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  (a) e de fibras nanoestruturadas de  $TiO_2/WO_3$  (b). Através das imagens foi possível observar que na Figura 2 (a), há um aglomerado de pequenas nanofibras, formando uma estrutura bastante porosa. Já as fibras nanoestruturadas de  $TiO_2/WO_3$  apresentam morfologia similar as nanofibras de  $TiO_2$ , porém as nanofibras da Figura 2 (b) aparentam ser mais alongadas.



(a) Nanofibras de  $TiO_2$

(b) Nanofibras de  $TiO_2/WO_3$

Figura 2: Imagens por MEV das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$  tratadas a 750°C.

A Figura 3 mostra o difratograma das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$ . As nanofibras de  $TiO_2$  apresentaram as fases anatase e rutilo. As nanofibras de  $TiO_2/WO_3$  possuem em sua composição as fases anatase, brookita e rutilo para o dióxido de titânio e as fases cristalinas hexagonal e triclinica para o trióxido de tungstênio.

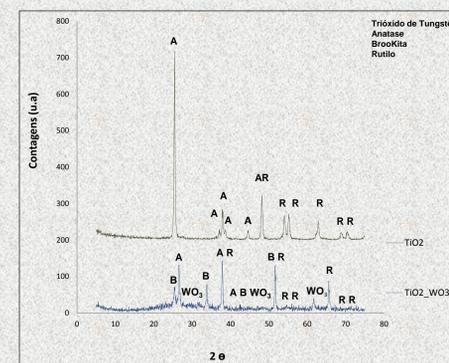


Figura 3: Difratograma das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$ .

A Figura 4 mostra os resultados dos ensaios fotocatalítico das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e das nanofibras de  $TiO_2/WO_3$  na degradação do corante alaranjado de metila. Observando o gráfico, percebe-se que as nanofibras de  $TiO_2/WO_3$  são mais efetivas do que as nanofibras de  $TiO_2$  na degradação do corante. Isso ocorre devido à dopagem destas com  $WO_3$ , que além de elevar a capacidade de absorção de radiação UV, também impede que ocorra recombinação das cargas do par elétron/lacuna propiciando a transferência de cargas entre os dois semicondutores, elevando a eficiência do processo.

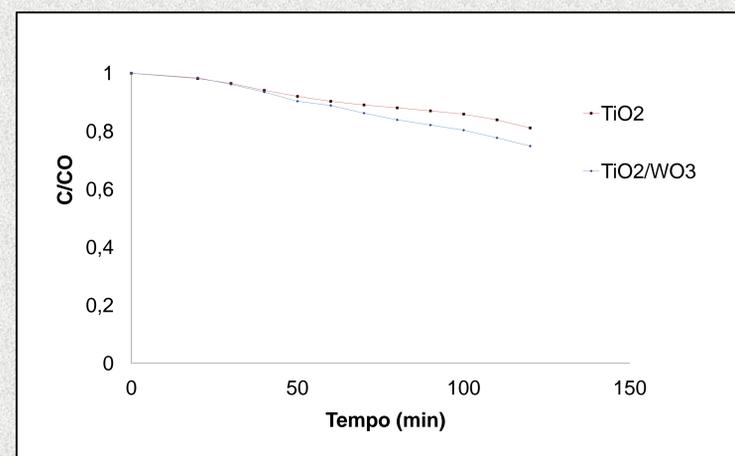


Figura 4: Análise fotocatalítica das fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$

### CONCLUSÕES

Foi possível sintetizar fibras nanoestruturadas de  $TiO_2$  e de  $TiO_2/WO_3$  por *electrospinning*. Os resultados obtidos indicam que as fibras nanoestruturadas de  $TiO_2/WO_3$  tratadas termicamente à 800 °C demonstraram serem mais eficientes do que as nanofibras de  $TiO_2$  na degradação do corante alaranjado de metila. Este aumento observado nas fibras nanoestruturadas dopadas com  $WO_3$  pode ser atribuído a diminuição do *gap* do  $TiO_2$ , possibilitando absorção de radiação UV em uma faixa mais ampla do espectro.

### AGRADECIMENTO

À ANP, CME-UFRGS, LdSM, CNPq e CAPES.