

## Estudo da Evolução Morfológica de nanoestruturas de $V_2O_5 \cdot nH_2O$ em condições hidrotermais

Waldir Avansi Jr.<sup>1\*</sup>, Edson R. Leite<sup>2</sup>, Cristiano L.P. Oliveira<sup>3</sup>, Caue Ribeiro<sup>4</sup>, Valmor R. Mastelaro<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup>IFSC, Universidade de S. Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

<sup>2</sup>LIEC – DQ/UFSCAR, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

<sup>3</sup>IF, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, São Carlos, SP, Brasil.

### Abstract

Vanadium oxide 1D nanostructures have attracted the interest of many researches in the last decade due to wide variety of applications. The main objective of this work was the morphology evolution study of  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  nanostructures under different temperatures and treatment times in hydrothermal conditions by using Transmission Electron Microscopy (TEM) and Small Angle X-Ray Scattering (SAXS) techniques. The synthesis of different  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  nanostructured materials was made by using the  $H_2O_2$ - $V_2O_5$  route [1]. TEM images and SAXS profiles shows an morphology evolution of  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  nanostructures from a nanoribbon to a nanorods forms with the increasing of temperature or treatment time. HRTEM images shows that the growth of these nanostructures occurs preferentially at the [010] direction, with an evidence of a second growth mechanism in the [100] direction, described very well by model of oriented attachment (OA) mechanism.

### 1 – Introdução

É bem estabelecido que a propriedade dos materiais nanoestruturados estão diretamente relacionados a sua estrutura e morfologia.

Dentre esses materiais, os óxidos de vanádio têm despertado por décadas os interesses de pesquisadores devido a seu grande potencial de aplicação, como por exemplo, em catálise, sensores e em eletroquímica.

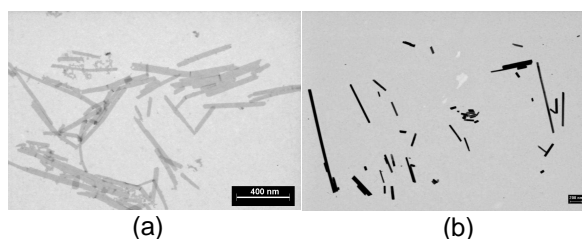
O principal objetivo deste trabalho é o estudo da evolução morfológica de nanoestruturas de  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  através do método de decomposição de peróxido utilizando o método hidrotermal, abordando principalmente a dependência da morfologia e estrutura do material em função das variáveis de síntese deste método.

### 2 – Procedimento Experimental

As nanoestruturas de  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  foram obtidas através da rota  $H_2O_2$ - $V_2O_5$  submetendo a diferentes condições hidrotermais [1].

### 2 – Resultados e Discussões

Imagens de MET, Figura 1a e b, apresentam respectivamente, a morfologia das amostras obtidas quando tratadas a 80 e 200°C durante um período de 24 horas.



**Figura 1:** Imagens de MET das amostras obtidas a: (a) 80°C por 24horas; (b) 200°C por 24horas.

Através da Figura 1 é possível observar claramente a evolução morfológica das nanoestruturas de  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  mudando sua forma de nanofitas para nanobastões com o aumento da temperatura. Essa evolução morfológica também ocorre com um processo de desidratação das nanoestruturas, observadas através de medidas de Termogravimetria (TG).

No estudo da cinética de crescimento das amostras, através da preparação de soluções dispersas diluindo nanofitas de  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  em água destilada, e em seguida, submetendo as nanofitas de  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  a um novo tratamento a 80°C por diversos tempos de tratamento, é possível observar claramente uma evolução da largura média das nanofitas. Os dados experimentais do crescimento lateral das nanofitas foram bem ajustados através do modelo de OA adaptado, indicando um crescimento na direção cristalográfica [100] [2].

Através de ajustes dos resultados obtidos pela técnica de espalhamento de raios X a baixo ângulo (SAXS) também foi possível observar uma evolução lateral em função da temperatura de síntese, bem como uma evolução na espessura dos nanofios e nanobastões obtidos em temperaturas maiores. Este aumento na espessura está relacionado a um crescimento na direção cristalográfica [001], dando origem a uma seção transversal retangular. Imagens de MET e MEV, em bom acordo com os resultados de SAXS, confirmam a presença de uma seção transversal retangular dos nanofios / nanobastões.

### 3 – Conclusões

Através dos resultados obtidos, é possível concluir que após a formação das nanofitas em condições hidrotermais, ocorre um crescimento lateral dessas nanofitas pelo mecanismo de OA. Com o aumento da temperatura (180°C) ocorre um crescimento na direção cristalográfica [001] dando origem a nanofios/nanobastões com seção transversal retangular.

#### Agradecimento

Agradecemos à FAPESP pelo suporte financeiro, ao Laboratório Nacional de Luz Síncroton (LNLS) pela disponibilização da linha D08B-XAFS2 para as medidas de XAS bem como pela disponibilização do microscópio eletrônico JEOL JEM 2010 U, possibilitando a obtenção de imagens de TEM/STEM e HRTEM. Também agradecemos à disponibilização da infraestrutura do Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (LIEC).

#### Referências

- [1] - Avansi, W.; Ribeiro, C.; Leite, E. R. e Mastelaro, V. R.. *Crystal Growth Des.* **2009**, *9*, 3626.
- [2] - Ribeiro, C.; Lee, E. J.H.; Longo E.; Leite, E. R.. *Chem. Phys. Chem.* **2006**, *7*, 664.