

SÍNTESE DE DIÓXIDO DE ESTANHO NANOESTRUTURADO

Aluno: Diego Manuel Ferreira Lusquiños Fontanez
Orientador: Francisco José Moura

Introdução

A nanotecnologia vem se destacando como uma das mais interessantes e promissoras áreas para o desenvolvimento tecnológico do século XXI, e já está causando grandes impactos no desenvolvimento de novos materiais e produtos [1]. O número de pesquisadores dentro dela cresceu e está crescendo dramaticamente. Nanotecnologia é o desenvolvimento e uso de técnicas para estudar fenômenos e construir estruturas no tamanho físico de 1 a 100 nanômetros (bilionésima parte de um metro), possibilitando o uso dos resultados da nanociência para a manipulação e reorganização de nano partículas, promovendo outras combinações e, com isso, a elaboração de novos materiais e dispositivos, incorporando tais estruturas em aplicações tecnológicas. Os materiais nanoestruturados apresentam, pelo menos em uma dimensão, tamanho da ordem de nanômetros. Assim, existem materiais nanométricos em uma dimensão, por exemplo, nanotubos; em duas dimensões, como os filmes finos, e em três dimensões: nano partículas [2]. Tais materiais apresentam propriedades físico-químicas diferenciadas com relação às de outros materiais devido ao seu tamanho reduzido.

O dióxido de estanho nanoestruturado tem sido um material muito estudado devido às suas propriedades, tais como alta condutividade elétrica, alta transparência na região do visível, alta estabilidade térmica, mecânica e química, e às suas diversas aplicações, através da microeletrônica [3], Química fotoeletrônica [4], materiais opticamente transparentes e *displays* de cristal líquido [5], catalisadores, sensor de gás [6], entre outras, sendo esta última a sua principal aplicação.

Objetivos

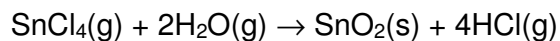
O objetivo desta pesquisa é desenvolver um método de síntese de dióxido de estanho nanoestruturado e caracterizá-lo morfológicamente.

Metodologia

Vários métodos de síntese de dióxido de estanho estão descritos na literatura, dentre os quais, a rota sol-gel [7], síntese *hydrothermal* [8], reação de estado sólido [9], além do método de fusão [10], microemulsão [11], oxidação do estanho metálico, condensação de fase gasosa [12], precursor polimérico, método Pechini [13], entre outros.

Para que o objetivo desta pesquisa fosse alcançado, desenvolveu-se um procedimento que consiste numa reação de síntese a partir de uma fase homogênea, no caso gasosa, onde o tetracloreto de estanho reage com um oxidante também gasoso, o vapor d'água. Como tanto a água quanto o tetracloreto de estanho à temperatura ambiente se encontram no estado líquido, foram implementadas duas mantas aquecedoras para vaporizar essas substâncias. A temperatura de ebulição do SnCl_4 é de 115°C .

Assim que vaporizadas, as substâncias serão levadas até o reator através do uso do argônio como gás de arraste, de modo que o tetracloreto de estanho encontre uma atmosfera de vapor d'água e reaja. Dentro do reator, espera-se que tetracloreto de estanho reaja com o vapor d'água formando o dióxido de estanho nanoestruturado desejado na forma de pó de acordo com a reação a seguir.



A Figura 1 mostra um gráfico de composição de equilíbrio versus temperatura do sistema reacional construído a partir do programa HSC *Chemistry*® 5.11. Foram computados 5 kmol de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ e 1 kmol de $\text{SnCl}_4(\text{g})$. A seguir é mostrado o estudo da termodinâmica da reação usando o mesmo programa.

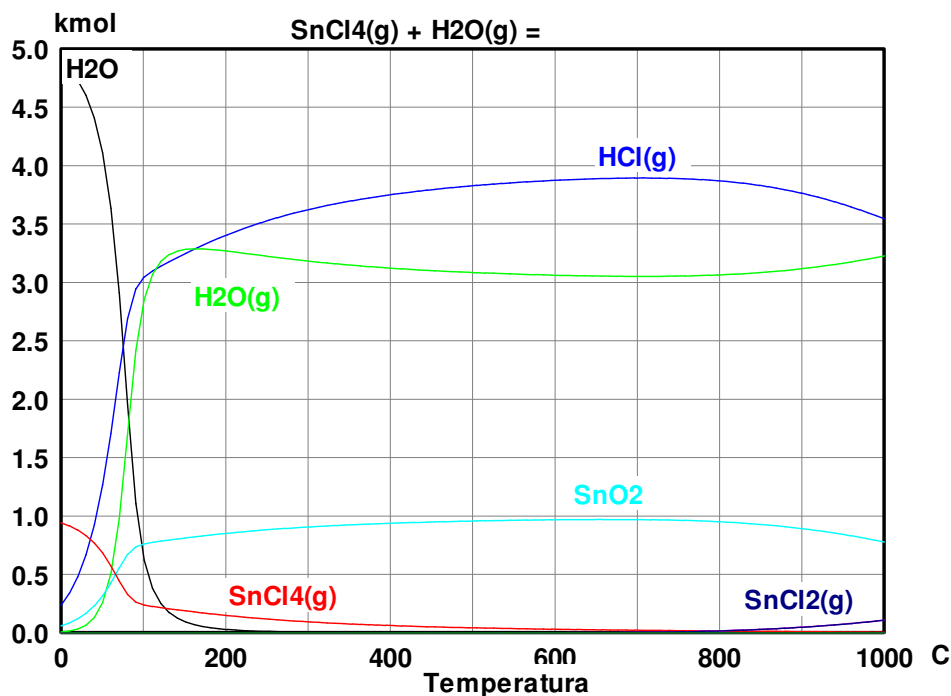


Figura 1. Composição de equilíbrio versus temperatura

Observa-se no diagrama que a reação atinge uma conversão próxima de 100% entre as temperaturas de 500 °C e 800°C.

Além do dióxido de estanho também é gerado na reação o gás ácido clorídrico (HCl), que é altamente danoso para a saúde. Portanto, foi realizado um sistema de tratamento do ácido clorídrico resultante, para que este não fosse liberado diretamente para o meio ambiente.

Esse sistema foi acoplado ao coletor de pó, por meio de uma mangueira ligada a um equipamento denominado kitassato, contendo uma solução de bicarbonato de sódio (NaHCO_3).

O esquema do aparato experimental está apresentado na Figura 2.

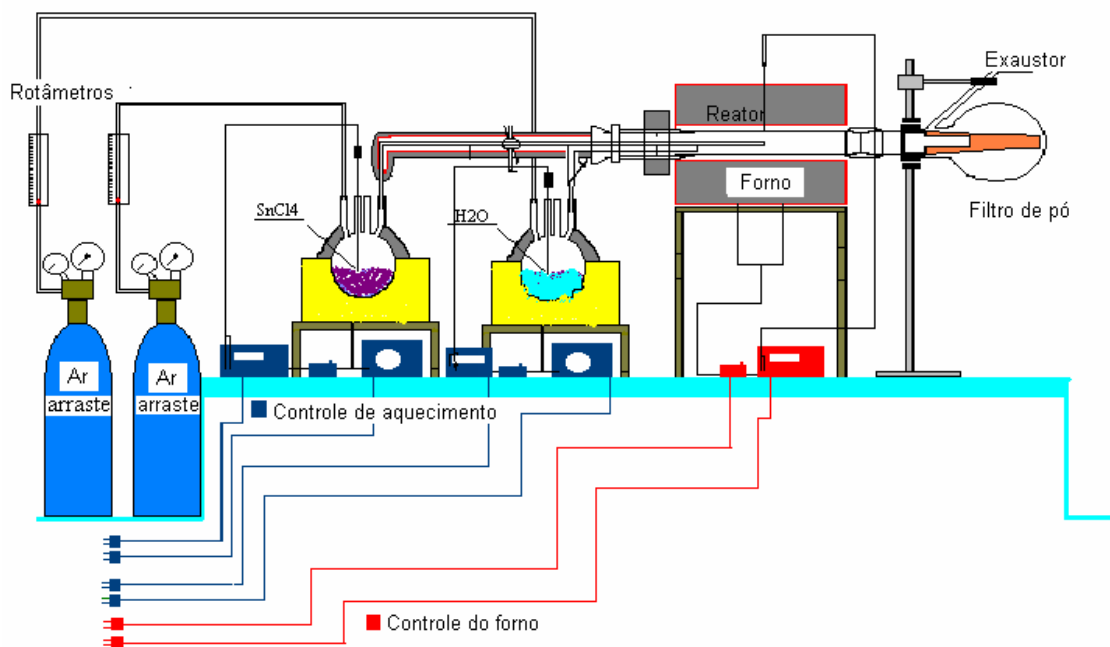


Figura 2. Desenho esquemático do aparato experimental

Esse método de síntese é interessante devido a uma série de fatores. Um dos reagentes é o vapor d'água e a síntese na fase vapor permite a obtenção direta do dióxido de estanho na forma de pó nanoestruturado, evitando-se assim uma possível etapa de moagem, que poderia resultar na contaminação do material e também num acréscimo no custo da produção do mesmo.

Resultados e Discussão

Foram realizados testes com o reator a 500 °C e 700 °C. Uma das dificuldades encontradas foi a condensação do vapor d'água e do tetracloreto de estanho nos tubos, mas ela foi controlada através do isolamento dos tuchos por meio da lã de alumina. Nos testes preliminares observou-se a formação de um composto amarelado dentro do reator, que está sendo analisado pelo método de difração de Raios-X.

Conclusões

O estudo teórico permitiu o desenvolvimento de um sistema experimental para a síntese de dióxido de estanho nanoestruturado.

Referências

- 1 - J. Corbett, P.A. McKeown, G.N. Peggs, R. Whatmore, *CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 49, (2000)*.
- 2 - GRILLO, A.V. Produção e Caracterização de Nano-Partículas do Sistema Ti-N-O via Reação na Fase Vapor, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, Setembro de 2008.
- 3 - S. Schiller, U. Heisig, K. Goedicke, H. Bilz, K. Steinfelder, *Thin Solid Films* 92 (1982) 81.

- 4 - T. Stergiopoulos, I.M. Arabatzis, H. Cachet, P. Falaras, J. Photochem. Photobiol. A Chem. 155 (2003) 163.
- 5 - M.J. Van Bommel, W.A. Groen, H.A.M. Vanhal, W.C. Keur, T.N.M. Bernards, J. Mater. Sci. 34 (1999) 4803.
- 6 - D.D. Vuong, G. Sakai, K. Shimano and N. Yamazoe, *Sens. Actuators, B* **103** (2004), p. 386.
- 7 - Jianrong Zhang and Lian Gao, *Journal of Solid State Chemistry* 177 (2004) 1425–1430.
- 8 - Caixin Guo, Minhua Cao, Changwen Hu, *Inorganic Chemistry Communications*, Volume 7(2004).
- 9 - S.M. Gao, L. Pang, H.W. Che, X.P. Zhou, *China Particology* 2 (2004) 177.
- 10 - Yangjian Zhang, Cheng Wang, Zongqiang Mao, Nianfang Wang, *Materials Letters* 61 (2007) 1205–1209.
- 11 - Deliang Chen, Lian Gao, *Journal of Colloid and Interface Science* 279 (2004) 137–142).
- 12 - J. M. Herrmann, J. Disdier, A. Fernández, V. M. Jiménez, J. C. Sánchez-López, *Nanostructured Mater.* **8** (1997) 675.
- 13 - R.S. Niranjana, Y.K. Hwang, D.-K. Kim, S.H. Jung, J.-S. Chang, I.S. Mulla, *Materials Chemistry and Physics* 92 (2005) 384–388.