

VIDROS EMISSORES DE LUZ PARA APLICAÇÕES FOTÔNICAS: SÍNTESE IN- SITU E ESTUDOS FOTOLUMINESCENTES DE QUANTUM DOTS CLASSE (II-VI) EM VIDROS FOSFATOS

Giulia Santos

Renato Capelo

Danilo Manzani

Instituto de Química de São Carlos - IQSC/Universidade de São Paulo - USP

giuliaquim@usp.br

Objetivos

Este projeto visa contribuir na área de tecnologias habilitadoras com ênfase no setor de nanotecnologia, propondo o estudo e desenvolvimento de vidros fosfatos opticamente ativos por conterem quantum dots da classe II-VI para possível aplicações em dispositivos fotônicos. As etapas do processo incluem: a síntese e estudo de matrizes termicamente e quimicamente estáveis para dopagem dos precursores; a obtenção de quantum dots de dimensões variadas via tratamento térmico; e, a caracterização térmica e estrutural das matrizes vítreas não dopadas e dopadas com QDs classe II-IV utilizando técnicas fundamentais de caracterização de materiais, tais como difratometria de raios X (DRX), calorimetria exploratória diferencial (DSC), espectroscopia de absorção UV-Vis, espectroscopia de fotoluminescência e microscopia eletrônica de transmissão (TEM).

Métodos e Procedimentos

Neste projeto foi sintetizada uma série de amostras vítreas, todas de composição $Pb_2P_2O_7$ - B_2O_3 - ZnO . De uma forma geral, observou- se que os vidros da série constituíam uma matriz estável para dopagem e

crescimento dos quantum dots de CdS. O preparo das matrizes vítreas foi feito pelo método convencional de fusão seguido por choque térmico. Assim, os reagentes de partida foram estequiométricamente pesados, triturados e misturados em almofariz de ágata para completa homogeneização e levados a fusão em forno do tipo mufla em cadinho de alumina, durante 40 minutos a uma hora, e a temperaturas entre 900 °C e 1000 °C. Após a fusão, o líquido obtido foi vertido em molde de aço inoxidável pré-aquecido a 300 °C, e recozido por duas horas para remover todas as tensões térmicas. As técnicas usadas para caracterização das amostras foram: difratometria de raio X (DRX), análise térmica diferencial (DTA), microscopia de transmissão eletrônica de alta resolução (HR-TEM), difração de elétrons de área selecionada (SAED), espectroscopia de reflectância difusa (DRS) e espectroscopia de fotoluminescência (PL).

Resultados

Os principais resultados obtidos durante o decorrer do projeto estão relacionados a duas amostras da série. Denominadas amostras 1 e 2, estas possuíam respectivamente 1,5 e 3,0 %wt do precursor de QDs e apresentaram coloração amarela. Em decorrência da

observação visual, as propriedades fotoluminescentes das amostras foram investigadas para verificar a formação de QDs de CdS durante a síntese dos vidros. Na Figura 1, observa-se que ao ser excitado com um laser de 400 nm e 500 mW, um fragmento da amostra 1 apresenta luminescência, indicando a presença de QDs de CdS. Uma vez observado o fenômeno de luminescência nas amostras, estas foram analisadas por espectroscopia de fluorescência. Assim, os espectros de fotoluminescência foram realizados para a amostra 1 (Fig. 1) e pode ser visto que a banda de emissão mais forte está centrada em torno de 550 nm quando excitada em 320, 340, 360 e 380 nm. Nesse sentido, verificou-se que variações na energia de excitação resultam em pequenas mudanças na posição da banda de emissão, confirmando o confinamento quântico de nanocrystalas de CdS.

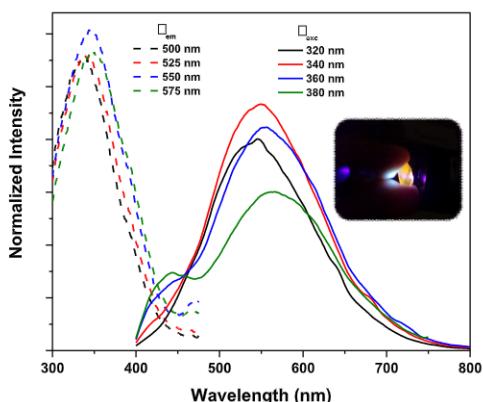


Figura 1: Espectros de fotoluminescência (excitação e emissão) da amostra 1 contendo QDs de CdS em diferentes comprimentos de onda de emissão e excitação. A inserção mostra a fotografia do vidro quando excitado por um laser de 400 nm.

Conclusões

Apresentamos neste trabalho a síntese de quantum dots de CdS em vidros fosfatos, e o posterior crescimento destes por meio de tratamento térmico. Destacamos que, os vidros sintetizados apresentaram coloração amarela e atividade fotoluminescente antes e depois dos tratamentos aos quais foram submetidos. A

difratometria de raios X confirmou a formação de fases hexagonais de CdS em uma das amostras, e os planos de difração do CdS também foram confirmados por HR- TEM e SAED. As imagens obtidas via HR-TEM, possibilitaram a determinação do tamanho médio das nanopartículas, que varia de 7 a 10 nm na amostra sem tratamento. Nesse sentido, foi observada uma forte banda de emissão centrada em torno de 550 nm quando a amostra 1 foi excitada em 320-380 nm, revelando uma alta atividade fotoluminescente de um vidro fosfato preparado por um método simples e convencional. Por fim, para as amostras tratadas termicamente, observou-se um aumento no tamanho médio do cristal, conforme esperado. Assim, há uma diminuição do efeito de confinamento quântico que é evidenciado pelo deslocamento para o vermelho da banda de emissão e pela diminuição da intensidade da fotoluminescência.

Referências Bibliográficas

- [1] D. Yinxiao, Z. Fanguang. Solvothermal route to CdS nanocrystals. *Journal of Experimental Nanoscience*, 8 (2013): 965-970. <https://doi.org/10.1080/17458080.2011.630035>.
- [2] V.I. Klimov., A.A. Mikhailovsky, Su Xu, A. Malko, J.A. Hollingsworth, C.A. Leatherdale, H.J. Eisler, M.G. Bawendi. Optical Gain and Stimulated Emission in Nanocrystal Quantum Dots. *Science*, 290 (2000): 314-317. <https://doi.org/10.1126/science.290.5490.314>
- [3] X. Michalet, F.F. Pinaud, L.A. Bentolila, J.M. Tsay, S. Doose, J.J. Li, G. Sundaresan, A.M. Wu, S.S. Gambhir, S. Weiss. Quantum dots for live cells, in vivo imaging, and diagnostics. *Science*, 307 (2005): 538-544. <https://doi.org/10.1126/science.1104274>.
- [4] Changyu, Shen. (2008). CdSe/ZnS/CdS core/shell quantum dots for white LEDs. 7138. 10.1117/12.818085.