

# Estudo estrutural e espectroscópico de $\text{GdAlO}_3:\text{Pr}^{3+}$ visando aplicação em dispositivos de geração de imagens para diagnóstico médico.

Higor H. de S. Oliveira\* (PG), Alison A. da Silva (PQ), Marco A. Cebim (PQ), Marian R. Davolos (PQ).

\*higoriq@grad.iq.unesp.br

UNESP – Instituto de Química – Departamento de Química Geral e Inorgânica – Laboratório de Materiais Luminescentes – Rua Francisco Degni, s/n, Bairro Quitandinha, CEP 14800-900, Araraquara – SP.

Palavras Chave: Cintiladores; Luminescência; Relaxação cruzada.

## Introdução

Cintiladores são materiais capazes de absorver radiações altamente energéticas (raios X, raios gama, etc.) e convertê-las eficientemente em radiação ultravioleta ou visível, possibilitando aplicações em física de alta energia, inspeção industrial, dosimetria, medicina nuclear e na detecção de radiação para diagnósticos médicos<sup>1</sup>. Materiais cintiladores eficientes requerem um conjunto de propriedades que incluem alta densidade, estabilidade química, resistência mecânica e elevado rendimento luminescente. Além disso, em aplicações médicas que requerem a obtenção de imagens sucessivas, como em tomografia computadorizada, o material cintilador utilizado deve apresentar tempo de vida de estado excitado curto, da ordem de  $\mu\text{s}$  a ns, minimizando a persistência luminosa<sup>2</sup>. Dentre os materiais cintiladores inorgânicos, o aluminato de gadolínio dopado com praseodímio,  $\text{GdAlO}_3:\text{Pr}^{3+}$ , destaca-se por apresentar elevada densidade e estabilidade química, além de propriedades espectroscópicas relevantes como tempo de vida de  $\mu\text{s}$  e possibilidade de transferência de energia  $\text{Gd}^{3+} \rightarrow \text{Pr}^{3+}$ . Os objetivos deste trabalho consistem na obtenção de  $\text{GdAlO}_3:\text{Pr}^{3+}$  através do método dos precursores poliméricos e no estudo estrutural e espectroscópico desses materiais em função da temperatura de obtenção da fase e da porcentagem de dopante presente na matriz. Para a obtenção do  $\text{GdAlO}_3:\text{Pr}^{3+}$  (contendo 0,5, 1,0 e 3,0% em mol de dopante), soluções de  $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  e  $\text{Pr}_2(\text{SO}_4)_3$  foram misturadas em proporções estequiométricas com ácido cítrico (AC) e etilenoglicol (EG), obedecendo à proporção metais:AC:EG de 1:3:16. Uma resina polimérica foi obtida e tratada termicamente a 700, 900 ou 1100°C por 4 h. As amostras foram caracterizadas por difratometria de raios X (DRX), espectroscopia vibracional na região do infravermelho (FTIR) e espectroscopia de fotoluminescência (EFL).

## Resultados e Discussão

A análise por DRX mostra que apenas as amostras obtidas a 900 e 1100°C são cristalinas, sendo observada somente a fase de  $\text{GdAlO}_3$  (JCPDF n.º 46-395). A ausência de fases espúrias, como  $\text{Gd}_2\text{O}_3$

ou  $\text{Pr}_2\text{O}_3$ , indica que não houve segregação de fases. O difratograma da amostra obtida a 700°C é característico de compostos não cristalinos, indicando que a temperatura não é suficiente para a cristalização da fase ou para a decomposição total do precursor. Na análise por FTIR, é possível verificar bandas referentes à matéria orgânica residual no espectro da amostra obtida a 700°C. O mesmo não ocorre para as amostras obtidas a 900 e 1100°C, onde a eliminação da matéria orgânica é praticamente completa. Nos espectros de excitação ( $\lambda_{\text{em}} = 487,65 \text{ nm}$ ), observa-se uma banda larga e intensa entre 275 e 320 nm (máximo em 293,6 nm) atribuída às transições  $4f^2 \rightarrow 4f5d$  dos íons  $\text{Pr}^{3+}$ . Além disso, a linha de absorção relativa à transição intraconfiguracional  $4f^7$  do íon  $\text{Gd}^{3+}$  é observada em 275 nm ( $^8S_{7/2} \rightarrow ^6I_J$ ) devido à transferência de energia  $\text{Gd}^{3+} \rightarrow \text{Pr}^{3+}$ , provavelmente dos níveis  $^6I_J$  do  $\text{Gd}^{3+}$  para os níveis de alta energia  $4f5d$  ou  $4f^2$  dos íons  $\text{Pr}^{3+}$ . Nos espectros de emissão ( $\lambda_{\text{ex}} = 293,6 \text{ nm}$ ) são observadas as transições características dos íons  $\text{Pr}^{3+}$ , tanto na região azul ( $^3P_0 \rightarrow ^3H_4$ ) como na região vermelha ( $^1D_2 \rightarrow ^3H_4$ ) do espectro eletromagnético. A intensidade da transição  $^1D_2 \rightarrow ^3H_4$  diminui com o aumento da concentração de  $\text{Pr}^{3+}$ , favorecendo a emissão  $^3P_0 \rightarrow ^3H_4$  devido à relaxação cruzada,  $\text{Pr}^{3+} (^1D_2) + \text{Pr}^{3+} (^3H_4) \rightarrow \text{Pr}^{3+} (^3F_4) + \text{Pr}^{3+} (^1G_4)$ , fenômeno que faz com que o índice de cor da emissão do material varie com a concentração de dopante.

## Conclusões

O método utilizado mostrou-se eficiente na obtenção da fase cristalina de  $\text{GdAlO}_3:\text{Pr}^{3+}$  a partir de 900°C. Os espectros de excitação evidenciam a transferência de energia  $\text{Gd}^{3+} \rightarrow \text{Pr}^{3+}$  e a relaxação cruzada permite que a cor da emissão seja controlada pela concentração de dopante na matriz.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, FAPESP, CAPES e RENAMI pelo apoio financeiro e H.H.S.O. agradece à FAPESP pela bolsa concedida.

<sup>1</sup> Peurrung, A. *Materials Today*. **2008**, 11, 50-54.

<sup>2</sup> Derenzo, S. E. et al. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*. **2003**, 505, 942-947.