

# Efeito dos íons terras raras trivalentes (TR<sup>3+</sup>) como co-dopantes na persistência luminescente do Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,TR<sup>3+</sup>

Hermi F. de Brito<sup>1</sup> (PQ), Mikael Lindström<sup>2</sup> (PQ), Taneli Laamanen<sup>2,3</sup> (PG), Mika Lastusaari<sup>2,4</sup> (PQ), Aleksei Kotlov<sup>5</sup> (PQ), Jorma Hölsä<sup>1,2,4</sup> (PQ), Marja Malkamäki<sup>2,3</sup> (PG), Lucas C.V. Rodrigues<sup>1,2\*</sup> (PG)

\* lucascvr@iq.usp.br

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Química, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>2</sup> University of Turku, Department of Chemistry, Turku, Finlândia.

<sup>3</sup> Graduate School of Materials Research (GSMR), Turku, Finlândia

<sup>4</sup> Turku University Centre for Materials and Surfaces (MatSurf), Turku, Finlândia

<sup>5</sup> Deutsches Elektronen-Synchrotron, a Research Centre of the Helmholtz Association, Hamburgo, Alemanha.

Palavras Chave: persistência luminescente, silicato de estrôncio, európio II, terras raras.

## Introdução

Na persistência luminescente, o material continua emitindo luz por várias horas após cessada a irradiação. A emissão é oriunda de emissores como os íons Eu<sup>2+</sup>, Ce<sup>3+</sup> ou Tb<sup>3+</sup> em matrizes como Sr<sub>2</sub>MgSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ou Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A co-dopagem com, por exemplo, íons terras raras trivalentes (TR<sup>3+</sup>) frequentemente causa um aumento na emissão persistente. Entretanto no sistema Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup> [1], a persistência luminescente não é observada na ausência de íons TR<sup>3+</sup>. A persistência luminescente amarela já foi observada no Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,Dy<sup>3+</sup> [2] mas o efeito dos outros íons TR<sup>3+</sup> foi negligenciado. Este trabalho visa esclarecer o efeito dos íons TR<sup>3+</sup> como co-dopantes na persistência luminescente do sistema Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,R<sup>3+</sup> (R: Y, La-Nd, Sm, Gd-Lu).

## Resultados e Discussão

Os materiais Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,R<sup>3+</sup> foram preparados através de reação em estado sólido a partir de SrCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e óxidos de terras raras (Eu e TR<sup>3+</sup>: 1 % em mol de cada). Os precursores foram calcinados em atmosfera redutora (N<sub>2</sub> + 10 % H<sub>2</sub>) a 800 e 1400 °C por 1 e 5 h, respectivamente. De acordo com a difração de raios X, foram obtidas as fases do Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub> com pequenas quantidades de Sr<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> como impureza.

A emissão amarela do sistema Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,TR<sup>3+</sup> (Figura 1) observada em ca. 577 nm (λ<sub>exc</sub>: 320 nm) é atribuída à transição 4f<sup>6</sup>5d<sup>1</sup>(<sup>2</sup>D) → 4f<sup>7</sup>(<sup>8</sup>S<sub>7/2</sub>) do íon Eu<sup>2+</sup>. Uma banda de menor intensidade em 480 nm também pode ser observada. A co-dopagem diminui a intensidade da banda em 577 nm aumentando a da outra. Alguns íons TR<sup>3+</sup> co-dopantes (TR<sup>3+</sup>: La, Ce, Pr, Nd, Gd, Dy, and Tm) induzem a persistência luminescente em 575 nm, sendo que a co-dopagem com íons Nd<sup>3+</sup> apresentou-se mais eficiente.

As curvas de termoluminescência (TL) mostram uma banda mais intensa em aproximadamente 100 °C para a maioria dos co-dopantes (Figura 2). Para o sistema Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,Nd<sup>3+</sup> a banda é mais intensa e está na região de menor temperatura (73 °C) explicando a superioridade deste co-dopante. Um maior armazenamento de energia é

obtido com a co-dopagem com íons Tm<sup>3+</sup>, porém, a banda está em uma temperatura muito elevada para o fenômeno da persistência luminescente.

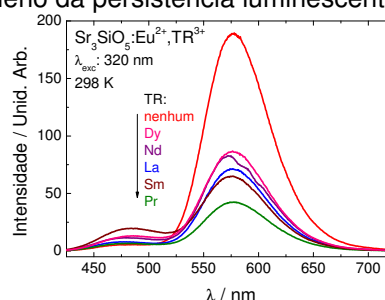


Figura 1. Espectros de emissão de alguns materiais Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,TR<sup>3+</sup> (λ<sub>exc</sub>: 320 nm)

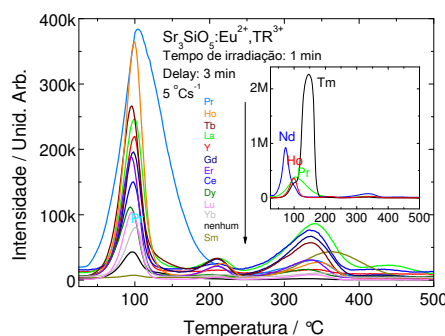


Figura 2. Curvas de termoluminescência dos materiais Sr<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>,TR<sup>3+</sup>.

## Conclusões

O efeito na persistência luminescente de diferentes concentrações dos íons Eu<sup>2+</sup> e Nd<sup>3+</sup>/Dy<sup>3+</sup> foi estudado. Observou-se que, fixando a quantidade de Eu<sup>2+</sup> (ou TR<sup>3+</sup>) em 1% e variando a outra (0,1; 1; 2 e 5 % em mol), a persistência luminescente mais eficiente foi observada para iguais concentrações (1% em mol) de Eu<sup>2+</sup> and Nd<sup>3+</sup>.

## Agradecimentos

Academy of Finland, FAPESP, CNPq, CAPES e inct-INAMI.

<sup>1</sup> Hölsä, J., Kotlov, A., Laamanen, T., Lastusaari, M., Malkamäki, M. e Welter, E. *Proc. Excited States of Transition Elements 2010 (ESTE2010)*, 2010, p. 49, Piechowice, Polônia, Sept. 4-9.

<sup>2</sup> Sun, X., Zhang, J., Zhang, X., Luo, Y. e Wang, X.-J. *J. Phys. D: Appl. Phys* 2008, 41, 195414.