

SINTONIZAÇÃO DA LUZ EM VIDROS TELURITOS TRIDOPADOS

Raphael de Carvalho Gonçalves¹

raphaelcgkk@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

José Augusto Martins Garcia

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Daniel Kendji Kumada

Universidade de São Paulo, SP

Luciana Reyes Pires Kassab

kassablm@osite.com.br

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

1. Introdução

O objetivo deste trabalho é produzir e caracterizar amostras vítreas TeO₂-ZnO, dopadas com íons de Tm³⁺, Ho³⁺ e Yb³⁺, com e sem nanopartículas metálicas e dielétricas, para investigar a sintonização da luz na região do visível e a influência da concentração de íons de Ho³⁺ neste processo. A motivação deste estudo deve-se a resultados anteriores com vidros GeO₂-PbO, que demonstraram a emissão de luz branca e a possibilidade de sintonização de luz visível mediadas pela concentração adequada de íons de terras-raras e nanopartículas de prata (Ag) [1]. Além disso, a otimização da luminescência em vidros GeO₂-PbO dopados com íons de Yb³⁺ e Er³⁺, combinada com nanopartículas de TiO₂ na fase cristalina anatase, também foi recentemente reportada, reforçando o interesse na investigação atual [2]. Vidros teluritos dopados com íons de terras-raras e nanopartículas metálicas têm se mostrado promissores em diversas aplicações na área de fotônica e optoeletrônica, incluindo o aumento da luminescência em processos de conversão ascendente [3,4], dispositivos para aumento da eficiência de célula solares [5], e até mesmo dispositivos de memória [6]. A pesquisa proposta busca explorar as propriedades ópticas dos referidos materiais, ampliando as possibilidades de aplicação em dispositivos para a sintonização da emissão de luz na região do visível.

2. Metodologia

As amostras foram produzidas no Laboratório de Tecnologia em Materiais Fotônicos e Optoeletrônicos (LTMFO) da FATEC-SP pelo método de fusão, seguido de resfriamento rápido, usando a seguinte composição (em % de peso) 85TeO₂-15ZnO, à qual foram adicionadas 0,75% de Tm₂O₃, 0,1% de Ho₂O₃ e 2,0% de Yb₂O₃, 0,2% de TiO₂ e 0,2% de AgNO₃ (Amostra 1). Além disso, uma segunda amostra foi preparada com a mesma matriz, porém com 0,75% de Tm₂O₃, 0,7% de Ho₂O₃, 2% de Yb₂O₃, além de 0,2% de TiO₂ e 0,2% de AgNO₃ (Amostra 2). A amostra 1, com e sem as nanopartículas de Ag e TiO₂ foi produzida para ser usada como referência. O método utilizado para a fabricação consistiu na fusão dos reagentes a 835°C em cadinho de platina pura (99.999%), seguida de resfriamento rápido em molde de latão pré-aquecido. Posteriormente, foi realizado um tratamento térmico a 320°C por 2 horas para aliviar as tensões internas, evitando que o material se tornasse frágil ou trincasse durante o polimento. Após o polimento, as duas amostras passaram por um tratamento térmico adicional a 320°C por 12 horas para a nucleação das nanopartículas de Ag e TiO₂, seguindo procedimentos anteriores do grupo [2].

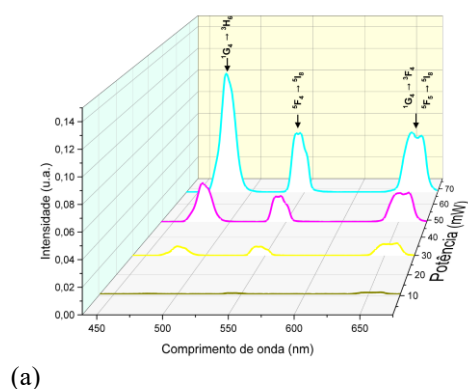
As caracterizações ópticas das amostras foram realizadas no mesmo laboratório. Para as espectroscopias de luminescência, utilizou-se um arranjo experimental formado por laser diodo de 980 nm, lentes, espelhos e monocromador, variando a potência de 10,70 mW – 141,6 mW.

Com estes resultados foi possível determinar, no diagrama de cromaticidade, a posição da luz emitida no espectro visível.

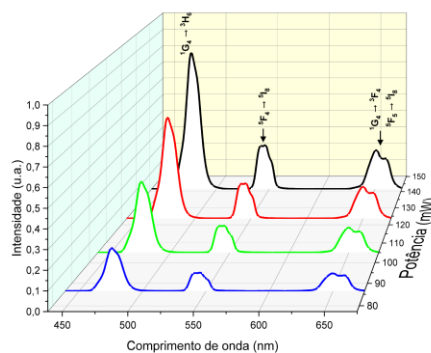
3. Resultados e Discussões

Os resultados de emissão para excitação em 980 nm com diferentes potências estão nas Figuras 1 e 2; cabe destacar a emissão de luz verde predominante na amostra com maior concentração de Ho³⁺. Observam-se bandas associadas às transições dos íons de Ho³⁺ em 550 nm, responsáveis pela emissão de luz verde intensa; comprando os resultados das amostras 1 e 2 nota-se que as emissões de Tm³⁺ (477 e 650 nm) tornam-se menos intensas à medida que a concentração de Ho³⁺ aumenta. A partir desses resultados, foram determinadas as coordenadas (x,y) no diagrama de cromaticidade (figura 3), para excitação em 980 nm com diferentes potências. A amostra 1 apresenta sintonização da luz na região do visível, cobrindo o intervalo azul-amarelo. Por outro lado, a amostra 2, com maior concentração de Ho³⁺ mostra emissão de luz concentrada sobretudo na região do verde. O resultado da amostra 1, sem nanopartículas, é mostrado e tem sintonização de luz na região do visível menor do que a amostra 1, com nanopartículas, cobrindo o intervalo verde-amarelo. A figura 4 ilustra, por meio de fotos, a emissão de luz das amostras 1 e 2.

Figura 1-Resultados de luminescência da amostra 1 para excitação em 980nm em: baixas (a) e altas (b) potências.



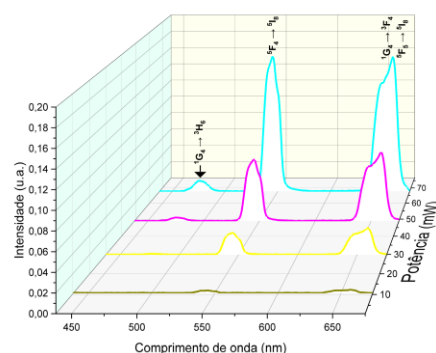
(a)



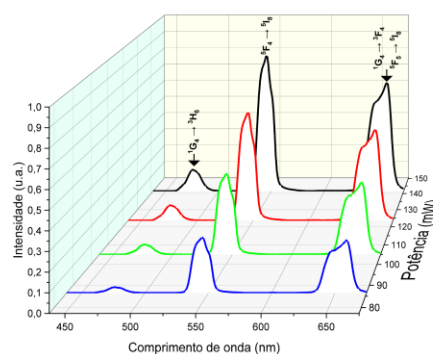
Fonte: Autor

(b)

Figura 2- Resultados de luminescência da amostra 2 para excitação em 980nm: em baixas (a) e altas (b) potências.



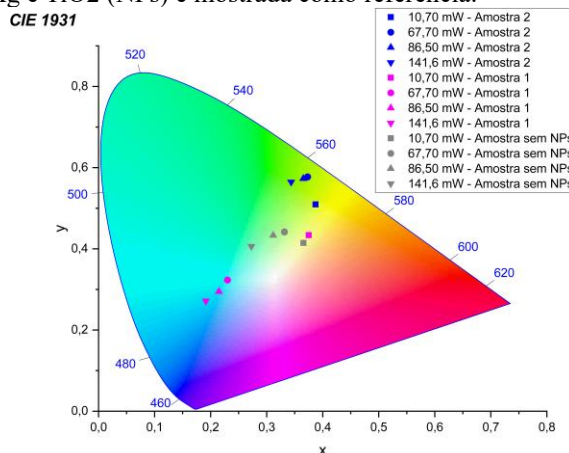
(a)



(b)

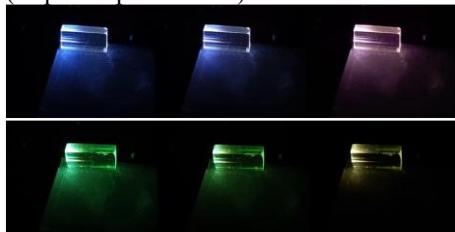
Fonte: autor

Figura 3- Diagrama de cromaticidade ilustrando a emissão das amostras 1 e 2 no espectro do visível; a amostra 1 sem Ag e TiO₂ (NPs) é mostrada como referência.



Fonte: Autor.

Figura 4- Imagem das amostras 1 e 2 emitindo luz para diferentes potências 141,6 mW, 67,7 mW e 10,7 mW (esquerda para direita).



4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos, foi possível demonstrar que o aumento da concentração de Ho^{3+} em matrizes vítreas $\text{TeO}_2\text{-ZnO}$ resulta em emissão de luz concentrada sobretudo na região do verde. A amostra 1 com menor concentração exibe sintonização da luz na região do visível (azul-amarelo). A amostra 1 sem nanopartículas tem sintonização de luz menor na região do visível, cobrindo o intervalo verde-amarelo. O presente estudo demonstra que o processo de conversão ascendente em vidros $\text{TeO}_2\text{-ZnO}$ tridopados pode ser utilizado em aplicações fotônicas. Os resultados indicaram alterações no comportamento óptico das amostras devido à contribuição dos efeitos plasmônicos das nanopartículas de Ag e ao posicionamento dos íons de terras-raras nos sítios de baixa simetria das nanopartículas de TiO_2 , na fase anatase. Nesse contexto, foi mostrado que diferentes concentrações de íons terras-raras bem como a presença de nanopartículas podem gerenciar a emissão de luz na região visível. Essas descobertas reforçam o potencial desses materiais para aplicações em dispositivos fotônicos, como LEDs e displays sintonizáveis na região do visível.

Referências

[1] CAMILO, Mauricio E. et al. White light generation controlled by changing the

concentration of silver nanoparticles hosted by $\text{Ho}^{3+}/\text{Tm}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$ doped $\text{GeO}_2\text{-PbO}$ glasses. *Journal of alloys and compounds*, v. 644, p. 155-158, 2015.

[2] GUNJI, R. M. et al. Influence of the TiO_2 nanoparticles on upconversion luminescence of Er^{3+} -doped and $\text{Er}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$ -codoped $\text{GeO}_2\text{-PbO}$ glasses. *Journal of Luminescence*, v. 251, p. 119240, 2022.

[3] DE CAMPOS, Vitor P. P. et al. Infrared-to-visible upconversion emission in Er^{3+} doped $\text{TeO}_2\text{-WO}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$ glasses with silver nanoparticles. *Journal of Applied Physics*, v. 112, n. 6, 2012.

[4] DE ASSUMPCÃO, Thiago AA et al. Frequency upconversion properties of Tm^{3+} doped $\text{TeO}_2\text{-ZnO}$ glasses containing silver nanoparticles. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 536, p. S504-S506, 2012.

[5] GARCIA, J. A. M. et al. Efficiency boost in Si-based solar cells using tellurite glass cover layer doped with Eu^{3+} and silver nanoparticles. *Optical Materials*, v. 88, p. 155-160, 2019.

[6] BONTEMPO, L.; DOS SANTOS FILHO, S. G.; KASSAB, L. R. P. Conduction and reversible memory phenomena in Au-nanoparticles-incorporated $\text{TeO}_2\text{-ZnO}$ films. *Thin Solid Films*, v. 611, p. 21-26, 2016.

Agradecimentos

Ao INCT de Fotônica/CNPq pela compra de materiais permanentes e de consumo e ao PIBIC/CNPq pela bolsa de Iniciação Científica

¹ Aluno (a) de IC com bolsa PIBIC/CNPq