

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS CONVERSORES ESPECTRAIS PARA CÉLULAS SOLARES HÍBRIDAS DE ALTO DESEMPENHO

Mateus Maioli Travain (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Mauro Luciano Baesso (Orientador),
Vitor Santaella Zanuto (Coorientador). E-mail: ra112447@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Física da Matéria Condensada /
Propriedades Óticas e Espectroscópicas da Matéria Condensada

Palavras-chave: Vidros aluminossilicato de cálcio; Luminescência; Titânio.

RESUMO

Neste trabalho foram produzidos vidros aluminossilicatos de cálcio (*Low Silica Calcium Aluminosilicate* LSCAS) dopados com TiO_2 e Yb_2O_3 com diferentes concentrações, pelo método de fusão e choque térmico em um forno a vácuo. Foram feitos o corte e o polimento das amostras, e as propriedades das amostras foram avaliadas por meio das técnicas de espectrofotometria e luminescência. O estudo busca o desenvolvimento de conversores espectrais para o infravermelho médio, visando aplicação em células solares de alto desempenho.

INTRODUÇÃO

Vidros compostos do sistema (Al_2O_3 -CaO- SiO_2 -MgO), o qual é estudado no trabalho, foi estudado por Oprea e foi observado que o índice de refração aumenta conforme a concentração de CaO aumenta (OPREA org.). Dessa forma, essa composição vítrea também é denominada como Aluminossilicato de Cálcio com baixa concentração de Sílica (do inglês *Low Silica Calcium Aluminosilicate*), também conhecido como LSCAS.

O sistema aluminossilicato de cálcio possui excelentes propriedades físicas, o que resulta em uma alta eficiência quântica de emissão quando esses vidros são dopados com elementos terras-raras ou metais de transição (UHLMAN et. al.). Esses vidros podem ser utilizados em diversas aplicações tecnológicas como a fabricação de lasers e o desenvolvimento de conversores espectrais para placas solares de silício.

A espectrofotometria é uma técnica utilizada para a obtenção da transmitância de materiais (a porcentagem de luz que passa pelo material e não é refletida e/ou absorvida), e por meio dela pode-se obter a absorção da mesma. É fundamental para a caracterização das bandas de absorção do material, possibilitando a escolha do comprimento de onda que será utilizado para a excitação do material.

A espectroscopia de luminescência se trata da medição da intensidade de luz emitida pelo material quando é excitado por um estímulo luminoso, e serve para

determinarmos qual material tem a emissão mais apropriada para ser utilizado como conversor espectral para uma célula de silício.

MATERIAIS E MÉTODOS

O vidro LSCAS foi preparado com reagentes com alto grau de pureza (maior que 99,99%), e todos os reagentes foram devidamente pesados em uma balança analítica para serem preparadas amostras com cerca de seis gramas.

A composição nominal em peso percentual dos reagentes das amostras de titânio é regida pela relação: $(47,4 - x/2)\text{CaO} + (41,5 - x/2)\text{Al}_2\text{O}_3 + 7\text{SiO}_2 + 4,1\text{MgO} + x\text{TiO}_2$, em que x é a concentração de titânio sendo 0,2 ou 1,0. Já a composição das amostras com titânio e itérbio são regidas pela relação: $(47,4 - (1+y)/2)\text{CaO} + (41,5 - (1+y)/2)\text{Al}_2\text{O}_3 + 7\text{SiO}_2 + 4,1\text{MgO} + 1,0\text{TiO}_2 + y\text{Yb}_2\text{O}_3$ em que y é a concentração de itérbio que varia entre 0,5 e 4,0 (FLIZIKOWSKI et. al.). As amostras foram devidamente cortadas e polidas, parte delas sendo apresentadas na Figura 1.

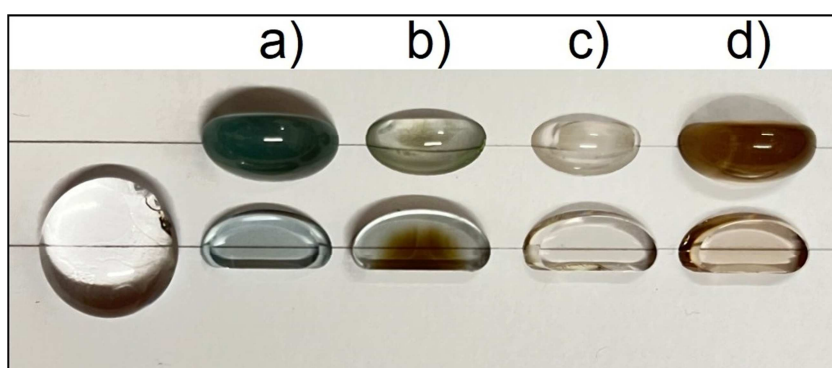


Figura 1: Foto das amostras ao lado de uma base de matriz LSCAS. a) 1,0% de TiO_2 com 15 minutos de fusão, b) 1,0% de TiO_2 com 30 minutos de fusão, c) 1,0% de TiO_2 com 75 minutos de fusão e d) 1,0% de TiO_2 com 240 minutos de fusão. Fonte: Autor (2023)

Após o polimento, os vidros foram analisados por espectrofotometria (Shimadzu, modelo UV-3600i Plus no modo transmitância, utilizando um passo de 1 nm para obtenção do espectro) e por espectroscopia de luminescência (excitação em 385nm e 915nm). Ambas as técnicas fizeram a varredura do espectro entre 200nm e 1600nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta as curvas do coeficiente de absorção óptica e intensidade de emissão das amostras dopadas com TiO_2 produzidas sob diferentes intervalos de tempo de fusão.

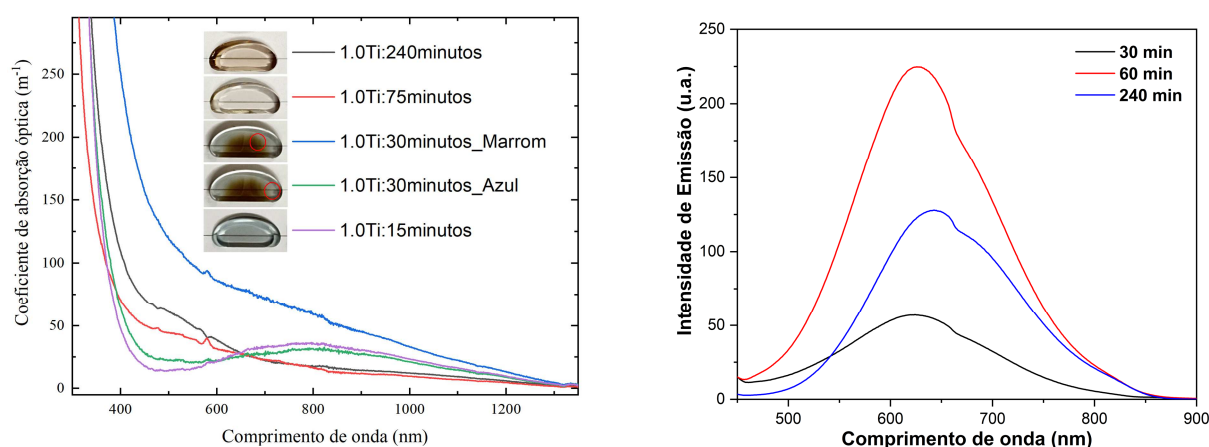


Figura 2: a) Coeficientes de absorção óptica das amostras dopadas com TiO_2 com diferentes intervalos de tempo de fusão. b) Intensidade de emissão das amostras dopadas com TiO_2 excitadas em 385nm.

Na Figura 2.a vemos uma banda larga de absorção entre 600 e 1200 nm. Na figura 2.b podemos ver uma banda de emissão característica do titânio entre 500 e 800 nm. Nota-se que o aumento do tempo de fusão faz crescer a emissão dos íons Ti^{3+} no vidro.

A Figura 3 apresenta as curvas do coeficiente de absorção óptica e intensidade de emissão das amostras codopadas com TiO_2 e Yb_2O_3 .

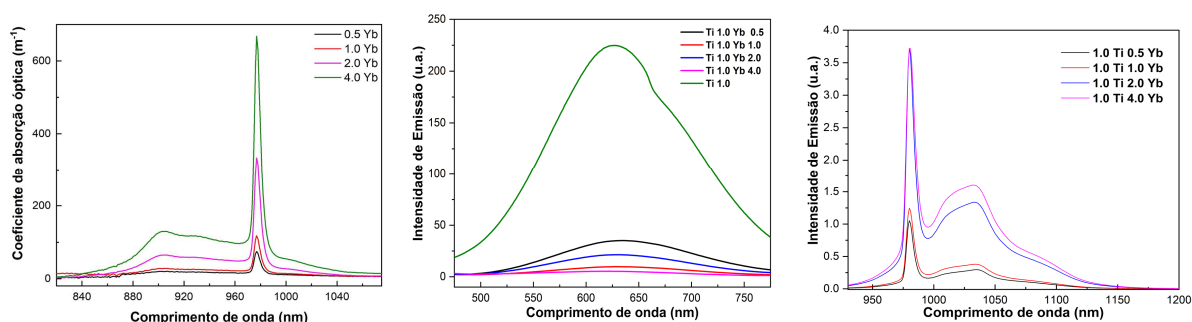


Figura 3: a) Coeficientes de absorção óptica das amostras codopadas com TiO_2 e Yb_2O_3 . b) Intensidade de emissão no visível das amostras codopadas com TiO_2 e Yb_2O_3 . c) Intensidade de emissão no infravermelho das amostras codopadas com TiO_2 e Yb_2O_3 .

Na figura 3.a, vemos um pico de absorção próximo de 1000 nm e um ombro em 900 nm. Na figura 3.b, observamos a banda larga de emissão característica do titânio. Como podemos constatar, a intensidade de emissão da amostra dopada com apenas titânio é mais elevada que as amostras codopadas com titânio e itérbio, e ainda, a intensidade de emissão das amostras decaem conforme aumenta-se a concentração de itérbio. Na figura 3.c podemos ver o pico característico de emissão do itérbio próximo a 975 nm e um ombro em torno de 1025 nm. A intensidade de emissão nesse caso aumenta conforme a concentração é elevada. Isto demonstra que houve transferência de energia dos íons de Ti^{3+} para os de Yb^{3+} , o que é relevante para aplicação como fotoconversor espectral para células de silício, haja

vista que a melhor resposta para conversão fotovoltaica do silício ocorre na região de 1030 nm.

CONCLUSÕES

Por meio das medidas realizadas das amostras dopadas com titânio comparadas com as medidas das amostras codopadas com titânio e itérbio, podemos ver que a banda de emissão das amostras codopadas no visível (referente ao titânio) teve uma redução em relação as amostras dopadas puramente com titânio. Isso pode indicar uma transferência de energia por parte do titânio para o itérbio, intensificando a emissão das amostras codopadas na região do infravermelho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Mauro Luciano Baesso e meu coorientador Prof. Dr. Vitor Santaella Zanuto pela grande ajuda durante o projeto. Às instituições Fundação Araucária, à UEM e ao COMCAP.

REFERÊNCIAS

FLIZIKOWSKI, G.A.S.; ZANUTO, V.S.; NOVATSKI, A.; NUNES, L.A.O.; MALACARNE, L.C.; BAESSO, M.L.; ASTRATH, N.G.C., Upconversion luminescence and hypersensitive transitions of Pr³⁺-doped calcium aluminosilicate glasses, **Journal of Luminescence**, Volume 202, 2018, Pages 27-31,

OPREA, C.; TOGAN, D.; POPESCU, C. Structure and properties of glasses with a low amount of sio₂ in a quaternary system of al₂o₃-sio₂-cao-mgo, **Thermochimica acta**, vol. 194, pp. 165–173, 1992.

UHLMAN, E. V.; WEINBERG, M. C.; KREIDL, N. J.; BURGNER, L. L.; ZANONI, R.; CHURCH, K. H. Spectroscopic properties of rare-earth-doped calcium-aluminate-based glasses, **Journal of non-crystalline solids**, vol. 178, pp. 15–22, 1994.