ESTUDO DE PROPRIEDADES ÓPTICAS NÃO-LINEARES DE VIDROS DOPADOS COM ÍONS TERRAS-RARAS POR ESPECTROSCOPIA Z-SCAN – FASE II

Lucas Granatto Camargo (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Robson Ferrari Muniz (Coorientador), Vitor Santaella Zanuto (Orientador) E-mail: vszanuto@uem.br,.

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

Física / Física da Matéria Condensada.

Palavras-chaves: Espectroscopia Não-Linear, Vidros Aluminossilicato, Praseodímio trivalente.

RESUMO

Neste trabalho foi realizado a síntese e caracterização de vidros aluminossilicato das matrizes vítreas LSCAS (*Low Silica Calcium Aluminosilicate*) dopados com Praseodímio trivalente por meio de um processo de fusão e resfriamento à vácuo. Foi utilizado um espectrofotômetro para obter as curvas de absorção linear presentes no vidro a fim de confirmar a presença do dopante na matriz. A técnica de Z-scan foi utilizada para medir propriedades não-lineares das amostras, mais especificamente, o índice de refração não-linear (n_2). As amostras de LSCAS apresentaram as curvas características de Z-scan em fenda fechada.

Introdução

A utilização de metais terras-raras em dispositivos e elementos ópticos é de considerável importância para diversas áreas da ciência e tecnologia, desde a Biomedicina à Física. Logo, o estudo e caracterização destes metais se tornam necessários e fundamental. Há décadas sabe-se que estes metais podem ser introduzidos em matrizes vítreas para que a gama de aplicações dos mesmos possa ser estendida (GAFT, M. et al., 2015), visto que os vidros dopados já são presentes em nosso cotidiano, seja em *displays* de nossos dispositivos eletrônicos e sua introdução em fibras ópticas que aceleram nossa comunicação. Este último caso é um dos mais importantes quando se discute a aplicação de propriedades não-lineares, logo tornou-se necessário um foco de caracterização destas propriedades. Assim surgiu em 1989 a técnica de Z-scan, em que demonstrou-se ser uma técnica

simples de alta sensibilidade capaz de medir os índices de refração não-linear e coeficientes de absorção não-linear de materiais e subsequentemente utilizando estas propriedades torna-se possível obter a diferença de polarizabilidade ($\Delta\alpha$) (BOYD, R. W., 2008).

Materiais e Métodos

As amostras de Praseodímio (LSCAS:Pr) utilizadas foram confeccionadas a partir da composição (porcentagem em massa): (47,4 - x/2) CaO + (41,5 - x/2) Al2O3 + 4,1 MgO + 7,0 SiO2 + x Pr6O11 (LSCAS), em que x=0,5, 1,0 e 2,0 wt%, em um forno à vácuo à 1600°C por 2 horas e após isto foi permitido o resfriamento da mesma.

Realizada a síntese das amostras, elas foram cortadas em filete utilizando uma serra diamantada, posteriormente lixada utilizando lixas d'água de diferentes gramaturas e polidas em panos com pastas diamantadas com grãos na ordem micrométrica.

As amostras LSCAS:Pr foram analisadas por espectrofotometria utilizando um espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV-3600i Plus no modo transmitância, utilizando um passo de 1 nm para obtenção do espectro. Em seguida foi realizado a análise pela técnica de Z-scan utilizando uma montagem padrão de dois braços (Fenda Aberta e Fechada), apresentada na Figura 1.

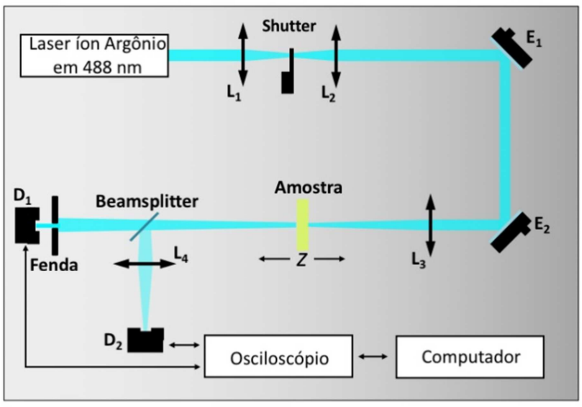

Figura 1: A montagem de Z-scan em questão, utilizando um laser de íons argônio em 488 nm. Fonte: Autor (2023)

Para todas as medidas de Praseodímio, foi utilizado um laser de íons Argônio sintonizado em 488 nm em ambas as configurações de Fenda. Todas as medidas foram obtidas utilizando um osciloscópio conectado a um programa desenvolvido na plataforma Labview.

Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta as curvas de Z-scan obtidas a partir das amostras de LSCAS utilizadas. Todas as amostras demonstram índices de refração não-linear positivos, devido à configuração vale-pico observada nas curvas, sendo apresentados os valores obtidos para o índice de refração não-linear (n_2) na Tabela 1 para as três concentrações de Pradeodímio.

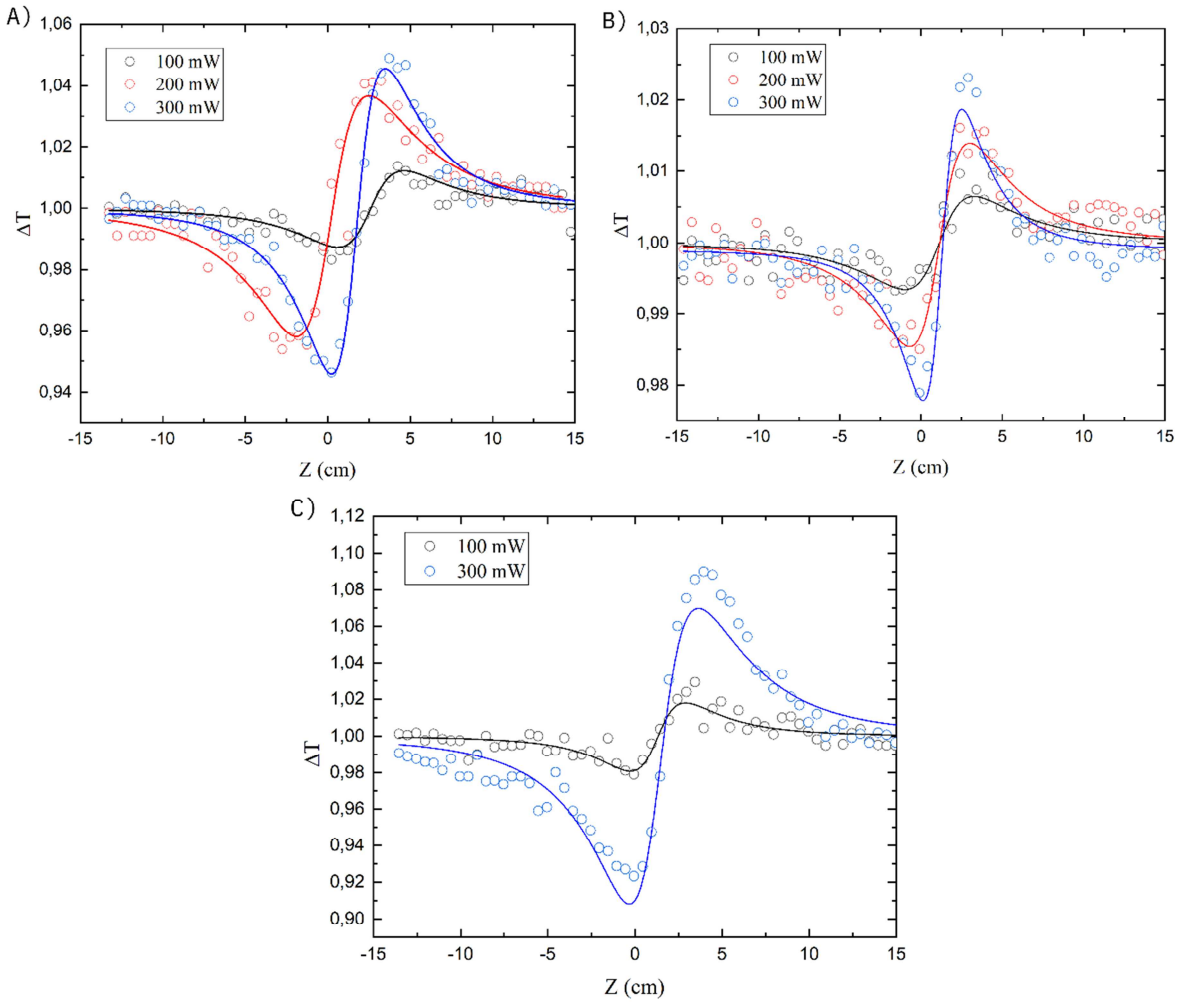

Figura 2: Curvas de Z-scan obtidas sob diferentes potências de excitação para as amostras de LSCAS dopadas com Praseodímio, sendo: A) 0.5 wt%. B) 1.0 wt% e C) 2.0 wt%.

Tabela 1: Valores dos parâmetros não lineares n_2 para os vidros LSCAS dopados com diferentes concentrações de Pr^{3+}.

Concentração de Pr^{3+} (% em Peso)	n_2 (x 10^{-9} cm^2/W)
0,5	6,75
1,0	6,50
2,0	15,9

Após um estudo bibliográfico, ficou evidente de que não houve um amplo número de estudos referentes à análise das não-linearidades do praseodímio, e até onde se sabe nenhum utilizando este material hospedeiro, sendo assim não há bases comparativas confiáveis para estes resultados, sendo assim é de interesse realizar um maior aprofundamento a fim de garantir a confiança nestes valores.

Conclusão

As medidas de Z-scan demonstraram que há de fato propriedades não-lineares nos vidros aluminossilicatos de cálcio dopados com metais terras raras, neste caso o Praseodímio, necessitando mais testes com os outros metais da série de Lantanídeos. Além disso, estas primeiras investigações no estudo de não-linearidades em vidros aluminossililicatos de cálcio dopados com o íon trivalente Praseodímio renderam resultados que indicam a necessidade de mais estudos aprofundando em suas propriedades.

Agradecimentos

Ao Comcap, Finep, CNPq, Fundação Araucária e à UEM pelo auxílio financeiro para a realização deste projeto.

Referências

BOYD, R. W. **Nonlinear optics**. Burlington, Ma: Academic Press, 2008.

ZANUTO, V. S. et al. Single-beam time-resolved cw thermal Z-scan analysis applied in solids. **Optics and Laser Technology**, v. 142, p. 107248–107248, 1 out. 2021.

DOREMUS, R. H. **Glass Science**. [s.l.] Wiley-Interscience, 1994.

GAFT, M.; REISFELD, R.; PANCZER, G. **Modern Luminescence Spectroscopy of Minerals and Materials**. [s.l.] Springer, 2015.