

## Estudo das propriedades elétricas de nanopartículas de $\text{KSr}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ dopada com Ferro por espectroscopia de impedância.

Diego H. M. de Gênova\* (PG), Alan R. F. de Lima (PG), Felipe S. Bellucci (PG), Sylvania Lanfredi (PQ), Marcos A. L. Nobre (PQ)

Laboratório de Compósitos e Cerâmicas Funcionais – LaCCeF, Departamento de Física, Química e Biologia – DFQB, Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT, Universidade Estadual Paulista – UNESP, R. Roberto Simonsen 305, C. P. 467, Presidente Prudente, SP 19060-900, \*genovadh@gmail.com

Palavras Chave: Nanofluidos, Tungstênio Bronze e Propriedades Elétricas.

### Introdução

Óxidos ferroelétricos isentos de chumbo, *lead free*, com estrutura tipo tungstênio bronze (TB) têm apresentado interesse tecnológico, em particular na área de comunicação digital de base móvel ou fixa<sup>1</sup>. O estudo destes materiais em suspensões tem mostrado propriedades relevantes, quando comparadas com fluidos isentos de partículas, como o aumento significativo da condutividade térmica, transferência de calor e propriedades de ebulição, bem como resfriamento em circuitos integrados, aplicações farmacêuticas e obtenção de incrementos de condutividade térmica visando o aumento da eficiência energética<sup>2</sup>. Neste trabalho foi investigado as propriedades elétricas das nanopartículas do sistema  $\text{KSr}_2(\text{FeNb}_4)\text{O}_{15-\delta}$ .

### Resultados e Discussão

As nanopartículas de  $\text{KSr}_2(\text{FeNb}_4)\text{O}_{15-\delta}$  foram preparadas pelo método de moagem de alta energia<sup>3</sup>. O nanofluido foi preparado com 1% em peso de nanopartículas em butoxietanol. A escolha deste fluido deve-se as suas propriedades dielétricas ( $\epsilon \leq 10$ ), além de apresentar um menor desvio a valores encontrados na literatura. O nanofluido foi homogeneizado em ultra-som durante 3 minutos para que não ocorresse um processo de sedimentação. A caracterização elétrica da suspensão foi realizada por espectroscopia de impedância em um impedancímetro Novocontrol model  $\alpha$ -analyser. As medidas foram realizadas de 5 Hz a 3 MHz com um potencial de 500 mV, a temperatura ambiente. Tal impedância é um valor aparente desde que se compõe da soma da impedância do fluido ( $Z_F^*$ ) e impedância das nanopartículas ( $Z_{NP}^*$ ). A impedância da suspensão ( $Z_s^*$ ) pode ser expressa como um número complexo do tipo:

$$Z_s^*(\omega) = Z_s'(\omega) + jZ_s''(\omega) = Z_F^*(\omega) + Z_{NP}^*(\omega)$$

Os dados foram representados no plano complexo de  $Z'$  versus  $Z''$  e foram analisados usando "Circuitos Equivalentes" pelo programa numérico EQUIVCRT. A Figura 1 mostra a o diagrama de impedância para o nanofluido.

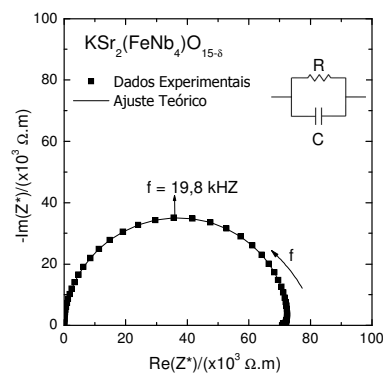


Figura 1. Diagrama de impedância para o nanofluido de  $\text{KSr}_2(\text{FeNb}_4)\text{O}_{15-\delta}$  em butoxietanol.

Um excelente ajuste teórico foi obtido. Através destes dados foi possível realizar a deconvolução deste semicírculo e separar as contribuições do fluido e da nanopartícula utilizada. Para a nanopartícula os valores de resistência e capacitância foram de  $R_{NP} = 9,45 \text{ k}\Omega$  e  $C_{NP} = 381,79 \text{ pF}$ , respectivamente O valor da permissividade dielétrica obtido foi de  $\epsilon_{NP} = 43,12$ .

### Conclusões

A técnica e espectroscopia de impedância foi adequada para o estudo das propriedades elétricas das nanopartículas através da deconvolução dos dados obtidos para o nanofluido. A adição de nanopartículas em butoxietanol modifica as propriedades do fluido. Isto ocorre devido as interações entre o fluido e as nanopartículas utilizadas, que podem organizar o fluido através de adsorção.

### Agradecimentos

A FAPESP e ao CNPq.

<sup>1</sup> Karaki, T. *et al. Japan Journal Applied Physics*, **1998**, 37, p. 5277.

<sup>2</sup> Vafaei, S. *et al. Nanotechnology*, **2006**, 17, p. 2523-2527.

<sup>3</sup> Lanfredi, S.; Lima, A. R. F e Nobre, M. A. L. *Química Nova*, **2010**, 33, p. 1071-1076.