

# Estudo das Teórico e Experimental das Propriedades Termofísicas dos Nanofluidos de ZrO<sub>2</sub>

Izabela Stefaniak e Marcelo da Silva Rocha  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

## INTRODUÇÃO

Como demonstram as pesquisas recentes os nanofluidos possuem propriedades físicas muito interessantes no que diz respeito à sua capacidade de remoção e transporte de calor. Há, atualmente, grupos de pesquisa no mundo realizando pesquisas sobre a influência da radiação ionizante sobre nanofluidos e a possibilidade de sua utilização como fluido de trabalho ou de refrigeração do núcleo dos reatores nucleares em casos de acidentes [1,2]. Essas pesquisas ainda estão focadas no conhecimento mais preciso dos nanofluidos e suas propriedades sem e com a ação da radiação ionizante. Paralelamente, outros pesquisadores investigam a capacidade de remoção e transporte de calor dos nanofluidos [3-5]. Esses nanofluidos foram escolhidos porque alguns deles (ZrO<sub>2</sub>, principalmente) já tem resultados de investigações disponíveis na literatura especializada [6,7], apesar de ainda serem discrepantes, permitindo-se fazer comparações dos resultados obtidos nesse trabalho com a literatura. Essa comparação será importante para validação da metodologia. Os nanofluidos de ZrO<sub>2</sub> ainda possuem poucos resultados disponíveis na literatura. A geração de resultados sobre as propriedades físicas desses nanofluidos é importante para criação de um banco de dados mais consistente. De acordo com os estudos apresentados nos trabalhos mencionados anteriormente [7,8], relativamente à aplicação dos nanofluidos em processos de transferência de calor, os principais temas de investigações são: Propriedades físicas, sendo o

comportamento como fluido newtoniano e condutividade térmica.

## OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é a realização de um estudo teórico e experimental dos de algumas propriedades físicas dos nanofluidos à base de óxidos metálicos (ZrO<sub>2</sub>) e água, visando a possibilidade de aplicação em futuras gerações de reatores nucleares.].

## METODOLOGIA

As amostras do nanofluido ZrO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O foram adquiridas e serão preparadas soluções nas concentrações 0,01%vol., 0,1%vol., 1%vol. O volume previsto para cada amostra de nanofluido a ser testada será de 30 a 100 ml. As amostras serão adequadamente preparadas e catalogadas para a realização dos ensaios. Os ensaios experimentais a serem realizados em laboratório consistiram em:

- Medida da densidade, viscosidade e condutividade térmica da água deionizada em função da variação da temperatura.
- Medida da densidade, viscosidade e condutividade térmica dos nanofluidos de ZrO<sub>2</sub> nas concentrações 0,01%vol., 0,1%vol., 1%vol e em função da variação da temperatura.

Os laboratórios e equipamentos para preparação e análise das amostras são contrapartida da instituição de pesquisa envolvida, sendo que alguns equipamentos foram adquiridos para a realização do projeto.

## RESULTADOS

Os primeiros ensaios realizados foram os de determinação de densidade e condutividade térmica das amostras de nanofluidos de ZrO<sub>2</sub> em base aquosa para as concentrações de 0,01%, 0,1% e 1% em volume. As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados médios para as medidas de densidade e condutividade térmica dos nanofluidos, respectivamente.

Tabela 1 – Densidade média dos nanofluidos de ZrO<sub>2</sub>.

Densidade de ZrO <sub>2</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	
0,01%	9,819
0,1%	9,926
1%	10,211

Tabela 2 – Condutividade térmica média dos nanofluidos de ZrO<sub>2</sub>.

Medidas de Condutividade térmica de ZrO <sub>2</sub> (W/mK), 20 °C	
0,01%	0,654
0,1%	0,654
1%	1,220

## CONCLUSÕES

Os ensaios preliminares das medidas de densidade das amostras de nanofluidos de ZrO<sub>2</sub> mostram que há uma variação coerente com os modelos teóricos propostos.

Os ensaios preliminares das medidas de condutividade térmica das amostras de nanofluidos de ZrO<sub>2</sub> mostram que há um comportamento anormal para a concentração de 0,1% vol. que se mostra muito baixa e para a concentração de 1% que se mostra muito acima dos modelos teóricos propostos. Novos ensaios serão realizados para a verificação da acuracidade das medidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Base de dados Web of Knowledge<sup>SM</sup>, em <<http://m.webofknowledge.com>>, acesso em 23/01/2013.

[2] M-S. Kang, C. Jee, S. Park, I.C. Bang, G. Heo, Design process of the nanofluid injection mechanism in nuclear power plants, *Nanoscale Research Letters*, 6 (2003) 363.

[3] J. Buongiorno, Convective transport in nanofluids, *Transactions of ASME*, 128 (2006) 240-250.

[4] I.C. Bang, G. Heo, Y.H. Jeong, S. Heo, An axiomatic design approach of nanofluid-engineered nuclear safety features for generation III+ reactors, *Nuclear Engineering and Technology*, 41 (2009) 1157-1170.

[5] P. Keblinski, J.A. Eastman, D.G. Cahill, Nanofluids for thermal transport, *Materials Today*, June (2005) 36-44.

[6] S.K. Das, S.U.S. Choi, H.E. Patel, Heat transfer in nanofluids: a review, *Heat Transfer Engineering*, 27 (2006) 3-19.

[7] W. Daungthongsuk, S. Wongwises, A critical review of convective heat transfer of nanofluids, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (2007) 797-817.

[8] E.V. Timofeeva, A.N. Gavrilov, J.M. McCloskey, Y.V. Tolmachev, Thermal conductivity and particle agglomeration in alumina nanofluids: experiment and theory, *Physical Review E*, 76 (2007) 061203-1-16

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPQ/PIBIC/FAPESP, PROJETO N. 2013/11703-2