

# DESENVOLVIMENTO DE PASTILHAS COMBUSTÍVEIS DE DIÓXIDO DE URÂNIO COM ADIÇÃO DE ÓXIDO BERÍLIO PARA AUMENTO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Carolinne Mol Queiroz e Ricardo Alberto Neto Ferreira  
Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN

## INTRODUÇÃO

O Projeto Berílio é um programa de pesquisa que está sendo realizado no CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, com o objetivo de desenvolver um novo combustível que consiste numa mistura de dióxido de urânio e óxido de berílio para aumentar a sua condutividade térmica, para acarretar uma redução do elevado gradiente de temperatura existente entre o centro e a superfície da pastilha, de modo a evitar a degradação prematura que ocorre no combustível convencional.

## OBJETIVO

Produzir pastilhas utilizando apenas microesferas combustíveis de dióxido de urânio, para servir de referência para o cálculo do aumento da condutividade térmica causado pela adição de BeO, e pastilhas a partir de microesferas da mesma batelada, mas com adição de 1, 3 e 5% em peso de óxido de berílio, determinar as suas propriedades termofísicas (difusividade térmica, calor específico e condutividade térmica), para se calcular, então, os aumentos na condutividade térmica causado pelo teor crescente de adição de BeO.

## METODOLOGIA

Para a produção das microesferas de UO<sub>2</sub> foi utilizado o processo sol-gel desenvolvido pela firma Nukem [1], o qual foi absorvido e implantado no Laboratório de combustível nuclear do CDTN [2], e adaptado para fabricar-se pastilhas combustíveis [3], por

ocasião do “Programa para Utilização do Tório em Reatores a Água Pressurizada”.

A partir das microesferas de UO<sub>2</sub> produzidas usando esta técnica sol-gel e de óxido de berílio fornecido pela empresa Sigma-Aldrich, foram feitas e homogeneizadas três misturas contendo 1%, 3% e 5% em peso de BeO. Sob pressões de compactação de 300, 500 e 700 MPa foram então fabricadas três pastilhas com cada uma destas misturas e três pastilhas, com a mesma batelada de microesferas, mas sem adição de BeO para servir de referência para o cálculo do aumento da condutividade térmica causado pelas adições de BeO.

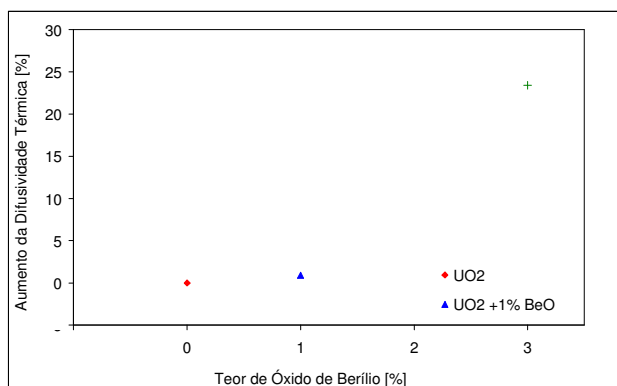
A densidade das pastilhas sinterizadas foi medida geometricamente e, de uma forma mais precisa, por meio do método de penetração e imersão com xylol [4].

As medições de difusividade térmica de cada pastilha e de seu calor específico para então calcular-se a sua condutividade térmica, foram realizadas no LMPT-Laboratório de Medição de Propriedades Termofísicas de Combustíveis Nucleares e Materiais do CDTN, utilizando o Método Flash Laser [5]. Para obtenção de fotografias das microestruturas foram empregados os métodos convencionais de preparo ceramográfico e microscopia ótica para fotografar as microestruturas.

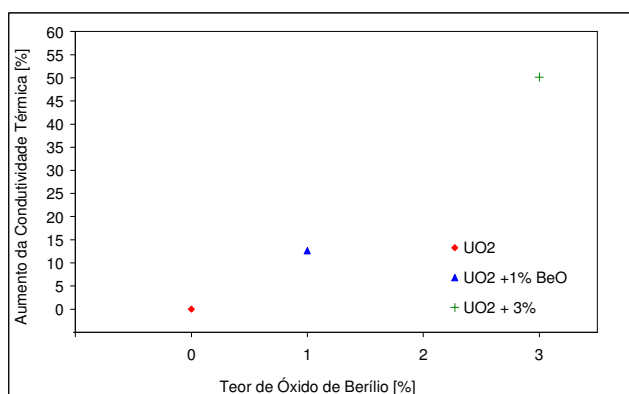
## RESULTADOS

As Figs. 1 e 2 mostram gráficos dos aumentos da difusividade térmica e da condutividade térmica em função do aumento do teor de óxido de berílio.

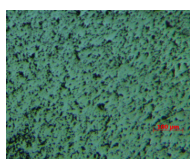
A Figura 3, 4 e 5 apresentam as microestruturas das pastilhas fabricadas sob pressão de compactação de 700 MPa.



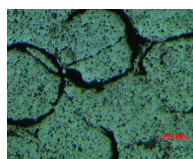
**Figura 1.** Aumento da difusividade térmica em função do aumento do teor de óxido de berílio.



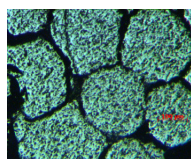
**Figura 2.** Aumento da condutividade térmica em função do aumento do teor de óxido de berílio.



**Figura 3.**  
Pastilha de  
(UO<sub>2</sub>)



**Figura 4.**  
Pastilha de  
UO<sub>2</sub> + 1% de  
BeO.



**Figura 5.**  
Pastilha de  
UO<sub>2</sub> + 3% de  
BeO.

Em média, a condutividade térmica das pastilhas de UO<sub>2</sub> foi  $6,85 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{k}^{-1}$ , e  $7,71 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{k}^{-1}$  e  $10,28 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{k}^{-1}$  para as pastilhas com 1% e 3% em peso de BeO, respectivamente.

## CONCLUSÕES

Foi possível fabricar-se, a partir de microesferas produzidas por meio do processo sol-gel, pastilhas de dióxido de urânio, bem como pastilhas de dióxido de urânio com adições de 1% e 3% em peso de óxido de berílio, e caracterizá-las quanto às suas propriedades termofísicas por meio do método flash laser.

Verificou-se um aumento médio da condutividade térmica de 12,6% para as pastilhas com 1% em peso de BeO e de 50,1% para as pastilhas com 3% em peso de BeO.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Kadner, M., Baier, J. "Über die Herstellung von Brennstoffkernen für Hochtemperaturreaktor-Brennelemente," *Kerntechnik*, 18, n.10, pp.413-420 (1976).
- [2] Ferreira, R.A.N. Relatório de Missão do Engenheiro Ricardo Alberto Neto Ferreira na Alemanha - Fundamentos do Processo de Precipitação Gel da Nukem, Nuclebrás, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte, Brasil, (Relatório de Missão DETS.PD.01/80) (1980).
- [3] Ferreira, R.A.N., "A Model for the Behavior of Thorium Uranium Mixed Oxide Kernels in the Pelletizing Process," *Journal of Nuclear Materials*, **350**, pp.271-283 (2006).
- [4] Ferreira, R. A. N., Lopes, J. A. M. "Implementation of a fuel pellets density and open porosity measurement system by the xylol penetration-immersion method at CDTN," *International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2007*, Santos, SP, Brazil, September 30 to October 5, CD-ROM (2007).
- [5] Parker, W. J.; Jenkins, R. J.; Butler, C. P. and Abbott, G. L., "Flash Method of Determining Thermal Diffusivity, Heat Capacity and Thermal Conductivity," *J. Appl. Phys.*, **32**, pp.1679-1684 (1961).

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

FAPEMIG