

# Uma análise a respeito do uso de Th/Pu em PWR's

André Luiz Pimenta Pinheiro dos Santos e Giovanni Laranjo de Stefani  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

Existem duas preocupações centrais a respeito da utilização de urânio nos reatores nucleares nos dias atuais: que as reservas de urânio se tornem cada vez menores e a acumulação de plutônio e outros resíduos nucleares[1]. Uma alternativa viável para ajudar com estes problemas citados é a utilização de um combustível composto de urânio e plutônio reprocessado (MOX). Uma segunda alternativa menos estudada, porém também viável[2][3], é a utilização de Th-Pu como combustível.

## OBJETIVO

Mostrar, através de um estudo bibliográfico, o potencial que o tório possui como combustível alternativo ao urânio, as suas características e vantagens, sua utilidade para ajudar a redução de plutônio e transurânicos.

Foi feita uma revisão bibliográfica através da pesquisa e análise de artigos relacionados utilização de tório como combustível alternativo para reatores, em particular os reatores de água pressurizada.

## RESULTADOS

1. Viabilidade do Th-Pu como alternativa ao MOX: uma vez que os PWR's são de longe os mais utilizados comercialmente pelo mundo inteiro, há um interesse e particular em adaptar o Th-Pu para estes reatores. Com poucas adaptações, Th-Pu tem mostrado maior queima de Pu comparado ao MOX[4].

2. Diferença no controle do MTC com relação ao urânio: Geralmente um coeficiente de temperatura positivo (MTC) é relacionado a concentração e boro solúvel usada para controlar a reatividade. Com Pu-Th parece não ser o caso, como mostrado por [5]. O efeito mais importante são devido ao aumento do número de fissões na região epitermica, especialmente devido a presença de U-233 e Pu-241. O fator mais eficiente na redução do MTC é a fuga de neutrons.

3. Uma característica importante do Th-Pu é que U-233 e Pu-239 geram uma fração muito menor de neutrons atrasados que o U-235[6].

4. Comparativo entre misturas homogêneas e heterogêneas de combustíveis mostram uma maior queima de Pu no caso homogêneo[7]. No caso homogêneo, o Pu queima rapidamente e o U-233 mantém a reação quando o Pu não pode mais sustentá-la. No caso heterogêneo o U-233 começa a queimar muito cedo, mas tem a vantagem de uma separação mais fácil do U-233 restante para utilização futura.

## CONCLUSÕES

Tório é um combustível em potencial para reatores nucleares. É mais abundante que urânio e tem suas vantagens. Necessidades econômicas e ambientais justificam as pesquisas realizadas em adaptar o tório para ser utilizado em reatores de água pressurizada e ajudar numa solução para o problema de rejeitos transurânicos.

As preocupações a respeito do uso de Th-Pu como combustível são a respeito de sua

reatividade reduzida, devido a baixa fração de neutrons atrasados, e por ser um absorvedor epitermico. Maiores investigações devem ser feitas uma vez que o potencial deste combustível esta demonstrado. Países como India, que também possuem grandes reservas de tório, tem realizado pesquisas propondo reatores alimentados por este combustível. No Reino Unido, o tório tem sido estudado como uma solução para o grande acúmulo de Pu.

Este estudo propôs-se a mostrar as características e vantagens do tório no cenário atual e apresentar brevemente pesquisas realizadas a seu respeito. Tal pesquisa certamente se justifica no caso do Brasil, por ter uma das maiores reservas de tório do mundo[4].

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

“UK’s plutonium stockpile dilemma”, <http://www.bbc.com/news/uk-21505271> (2013).

E. Fridman, S. Kliem, “Pu recycling in a full Th-MOX PWR core. Part I: Steady state analysis”, *Nuclear Engineering and Design*, Vol. 241, pp. 193–202, (2011).

J. R. Maiorino, G. L. Stefani, J. M. L. Moreira, P. C. R. Rossi, T. A. Santos, “Feasibility to convert an advanced PWR from UO<sub>2</sub> to a mixed U/ThO<sub>2</sub> core Part I: Parametric studies”, *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 102, pp. 47–55, (2017).

A. Galperin, “Utilization of light water reactors for plutonium incineration”, *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 22, No. 8, pp. 507–511, (1995).

N. Z. Zainuddin, G. T. Parks, E. Shwageraus, “The factors affecting MTC of thorium-plutonium-fuelled PWRs”, *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 98, pp. 132–143, (2016).

J. R. Lamarsh. *Introducion to Nuclear Reactor Theory*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts (1972).

N. Z. Zainuddin, G. T. Parks, E. Shwageraus, “Assembly-level analysis of heterogeneous Th-Pu PWR fuel”, *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 100, pp. 160–168, (2017).

“Uranium 2016: Resources, Production and Demand”, <http://www.oecd-neo.org/ndd/pubs/2016/7301-uranium-2016.pdf> (2016).

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq