

INFLUÊNCIA DAS SEÇÕES DE CHOQUE TÉRMICAS PARA O HIDRETO DE ZIRCÔNIO UTILIZANDO O CÓDIGO MONTE CARLO SERPENT 2

Sinclair P. de Meireles*, Amir Z. Mesquita, André A. C. Santos, Maria Ângela de B. C. Menezes

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear (CDTN/CNEN) Belo Horizonte (MG)

* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais do CDTN

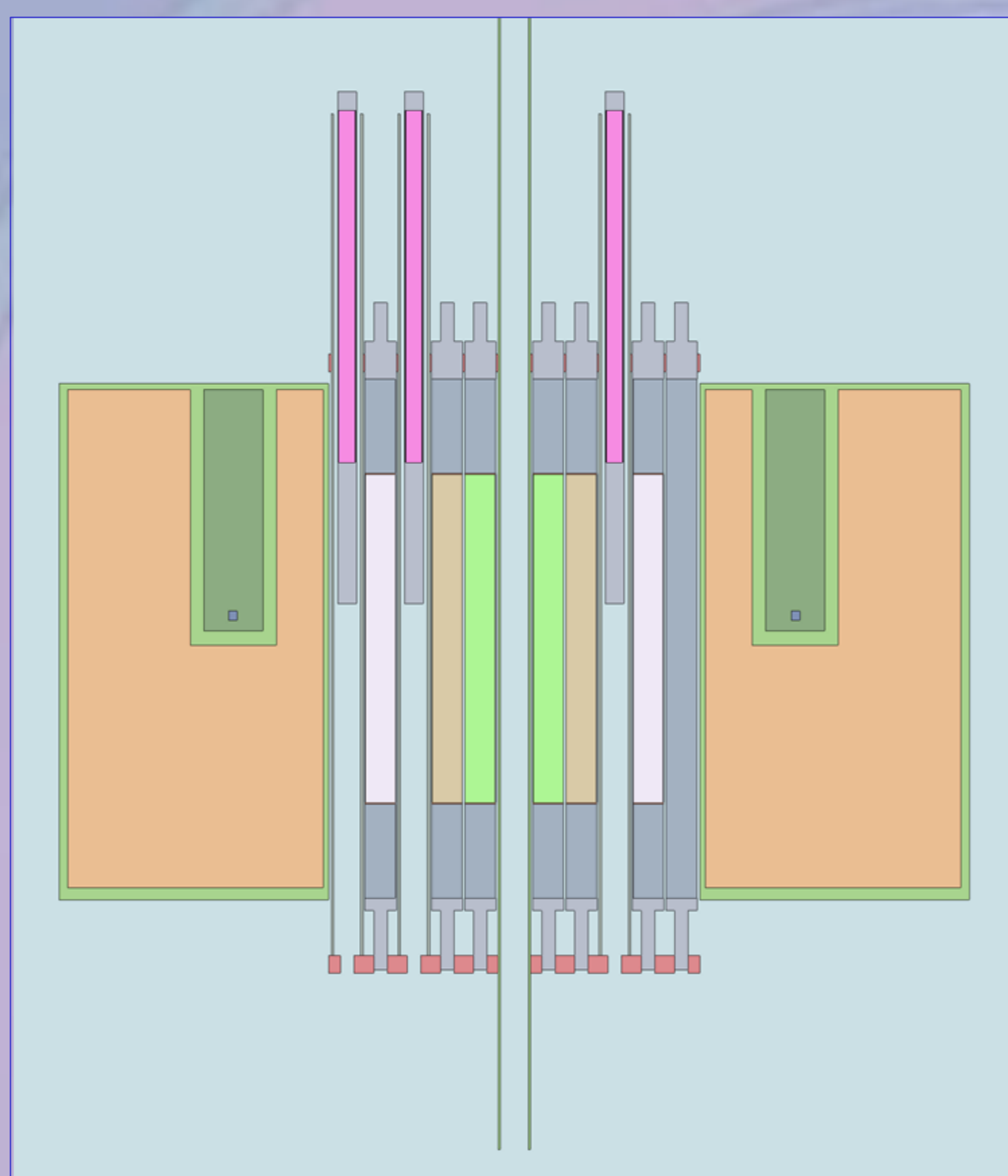
spm@cdtn.br, sinclercdtn@hotmail.com; amir@cdtn.br; aacs@cdtn.br; menezes@cdtn.br;

Palavras-Chave: Simulação, Serpent 2, MCNPX, reator de pesquisa TRIGA

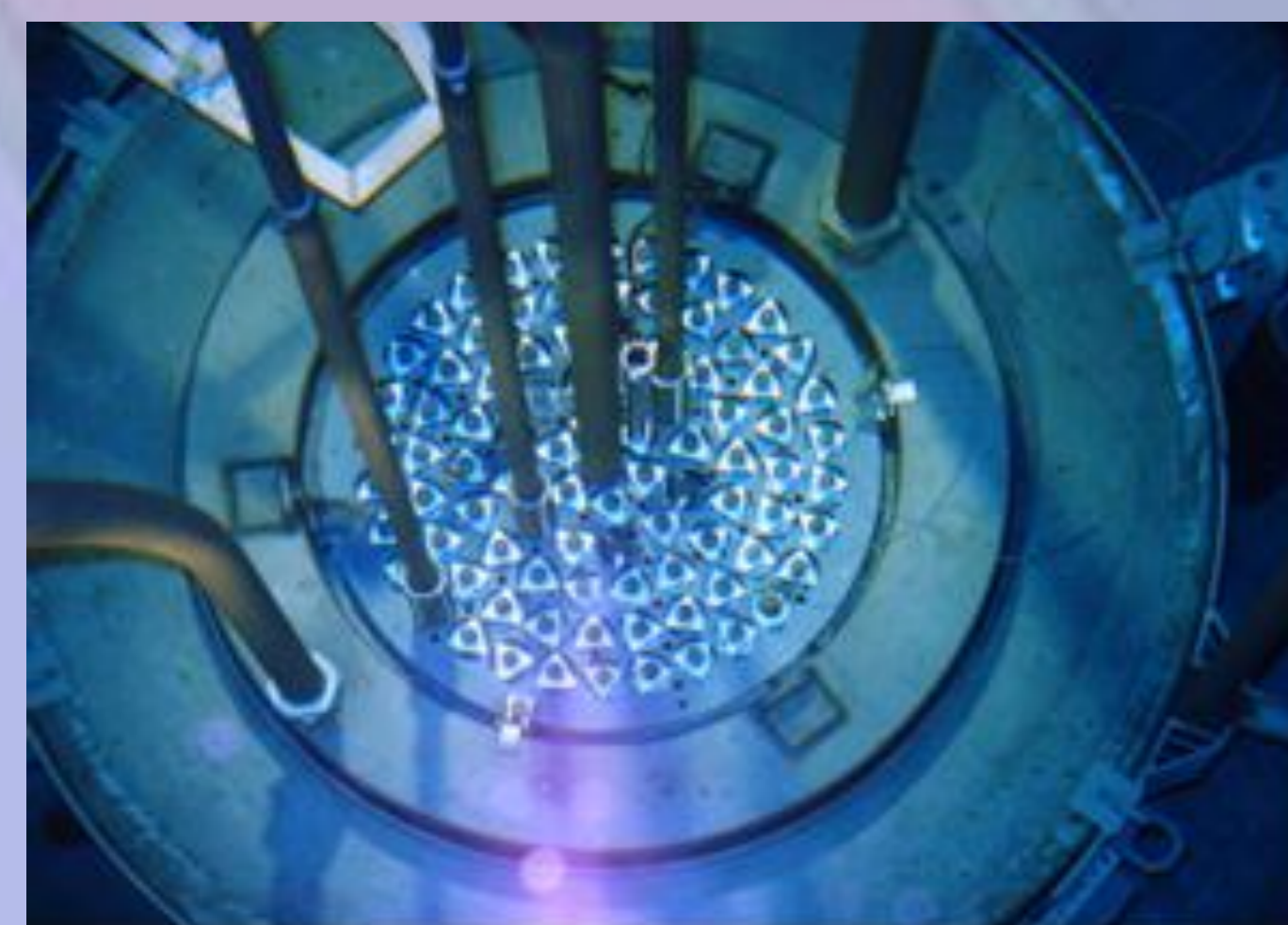
Introdução

O programa Serpent é um código Monte Carlo tridimensional para física de reatores e cálculo de queima (burnup), desenvolvido pelo Centro de Pesquisa Técnica VTT da Finlândia desde 2004. O Serpent 1, é disponível publicamente e distribuído pelo Banco de dados OECD / NEA e RSICC desde 2009[1-3]. Uma nova versão do código, Serpent 2, está atualmente em uma fase beta de testes e se encontra apenas disponível para alguns usuários registrados.

No Serpent as temperaturas dos núcleos são definidas inicialmente e uma vez que os dados de seção de choque são gerados, eles não podem ser alterados posteriormente. É importante que as bibliotecas de seção de choque sejam geradas na temperatura certa para modelar corretamente o alargamento Doppler (Doppler-broadening) dos picos de ressonância. É também extremamente importante usar as bibliotecas de espalhamento térmico adequadas para o material moderador. As seções de choque térmicas são usadas em reações de espalhamento elástico de baixa energia para alguns importantes moderadores, como o hidrogênio na água ou em carbono grafite.



A biblioteca $S(\alpha, \beta)$ devem ser utilizada se os nêutrons possuem energias suficientemente baixas (geralmente menores que 4 eV), de modo que os efeitos das ligações moleculares se tornem importantes (moléculas formadas por pontes de hidrogênio como a água e alguns sólidos cristalinos, dentre outros materiais). Não há dados disponíveis para a hidreto de zircônio nas bibliotecas disponibilizadas no pacote do Serpent 2.1.20, sendo necessário importar tais bibliotecas.



O reator Triga IPR-R1 do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) utiliza como combustível urânio enriquecido a 20% e como moderador principal o hidreto de zircônio. No caso particular do reator TRIGA, o moderador de hidreto de zircônio é parte integrante do elemento combustível e o coeficiente pronto de temperatura resulta da variação conjunta das propriedades do combustível

e moderador com a temperatura[4-5]. Seu valor é negativo, o que se deve principalmente a: Alargamento Doppler das bandas de ressonância do U^{238} aumentando as capturas pelo U^{238} ; Expansão térmica do moderador sólido piorando a moderação e aumentando a probabilidade de fuga; Aumento do número de átomos de hidrogênio em estado excitado na rede cristalina do HZr. Isto faz com que aumente a probabilidade dos nêutrons termalizados ganharem energia em colisões com os núcleos do hidrogênio e conseqüentemente, há um aumento no livre percurso médio dos nêutrons no interior do combustível; Maior proporção relativa de captura na água cuja temperatura não varia imediatamente.

Objetivos

Esta etapa do trabalho objetivou investigar os efeitos da presença ou ausência da biblioteca de espalhamento térmico para o hidreto de zircônio através dos códigos neutrônicos MCNPX e Serpent.

Metodologia

Neste trabalho foram realizados testes com o Serpente 2.1.20. e MCNPX. Simulações foram realizadas com a biblioteca ENDF / B-VII, e os dados sobre a biblioteca térmica importados da ENDF 70/sab, disponíveis para MCNPX e utilizados para ambos códigos. Os resultados iniciais desta simulação são apresentados neste trabalho e são condizentes com os mostrados na literatura. Como objeto de simulação, foi utilizada a primeira configuração do núcleo do reator de pesquisa TRIGA.

Resultados

Determinação de k_{eff}				
Método	$S(\alpha, \beta)$ Presente - MCNPX		$S(\alpha, \beta)$ Ausente - MCNPX	
collision	1.00753	0.00019	1.03012	0.0002
absorption	1.00729	0.00014	1.03016	0.00014
Método	$S(\alpha, \beta)$ Presente - Serpent		$S(\alpha, \beta)$ Ausente - Serpent	
collision	1.00571	0.00024	1.02806	0.00023
absorption	1.00563	0.00017	1.02798	0.00016

Δk_{eff} MCNPX		Δk_{eff} Serpent	
-2259	39	-2235	47
-2287	28	-2235	33
Δk_{eff} MCNP vs Serpent	$S(\alpha, \beta)$ Presente	Δk_{eff} MCNP vs Serpent	$S(\alpha, \beta)$ Ausente
182	43	206	43
166	31	218	30

Conclusões

Os resultados iniciais desta simulação apresentados neste trabalho são condizentes com os mostrados na literatura. A biblioteca $S(\alpha, \beta)$ para o material moderador apresenta forte influência no resultado final do K_{eff} . Comparadas as simulações entre o Serpent e o MCNP, os resultados apresentam uma menor discrepância quando são utilizados os mesmos dados para as seções de choque térmicas.

Referências Bibliográficas

- [1] LEPPÄNEN, J., Serpent – a Continuous-energy Monte Carlo Reactor Physics Burnup Calculation Code. VTT Technical Research Centre of Finland. Finland, 2013. Available in <http://montecarlo.vtt.fi>.
- [2] LEPPÄNEN, J.; AUFIERO, M.; FRIDMAN, E.; RACHAMIN, R.; VAN DER MARCK, S., Calculation of effective point kinetics parameters in the Serpent 2 Monte Carlo code. Annals of Nuclear Energy 65 272–279, 2014.
- [3] LEPPÄNEN, J. “Performance of Woodcock Delta-Tracking in Lattice Physics Applications Using the Serpent Monte Carlo Reactor Physics Burnup Calculation Code,” Ann. Nucl. Energy, 37, pp. 715-722, 2010.
- [4] MESQUITA, A.Z.; SOUZA, R.M.G.P. On-Line Monitoring of the IPR-R1 TRIGA Reactor Neutronic Parameters. Progress in Nuclear Energy (New series), v. 52, p. 292-297, 2010.
- [5] CDTN/CNEN, CTORP-Curso de Treinamento de Operadores em Reatores de Pesquisa.