

Segurança nuclear de reatores de 2^a e 4^a gerações

Frederico Emidio Wu e Thadeu das Neves Conti
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

A segurança é um dos aspectos mais importantes da energia nuclear, junto com o manejo de resíduos radioativos. Acidentes graves raramente acontecem mas trazem consequências extremamente graves. Alemanha e Itália rejeitam a construção de usinas nucleares por pressão da população. Os reatores em operação hoje são, em sua maioria, da Geração II, dependentes de sistemas ativos de refrigeração. A geração III/III+ introduziu características que permitem a refrigeração passiva do reator. Novos conceitos, a chamada Geração IV, estão sendo desenvolvidos para aprimorar ainda mais a geração de energia por fissão nuclear, com potenciais aprimoramentos em economia, segurança e sustentabilidade. Dessa forma, é interessante acompanhar os desenvolvimentos desses novos reatores, tendo como compara-los aos reatores atuais, a fim de saber se estão se mostrando projetos viáveis.

OBJETIVO

A meta do trabalho é comparar os sistemas de segurança de reatores nucleares de 2^a e 4^a gerações através de uma pesquisa bibliográfica.

METODOLOGIA

A pesquisa se divide em duas partes. Uma trata de como se avalia a segurança de um reator, englobando a filosofia por trás das medidas adotadas, exigências e regulamentações e os métodos de avaliação. A segunda trata da descrição dos reatores e seus sistemas de segurança, além de dados relacionados às avaliações

feitas. A comparação dos reatores é feita a partir dessas informações. Estas são coletadas através de livros e artigos, sendo necessário computador com acesso à internet e bibliotecas, garantido pelo IPEN, com suporte financeiro da FAPESP.

RESULTADOS

Os reatores dos tipos BWR e PWR americanos da geração II possuem sistemas de segurança ativos que necessitam de fontes de energia elétrica para operarem, como geradores a diesel, e alguns que necessitam apenas de baterias [1][2]. Algumas ações humanas são especialmente importantes. As medidas de CDF (Core Damage Frequency) variam entre aproximadamente 5E-4/ano até 7E-7/ano [2].

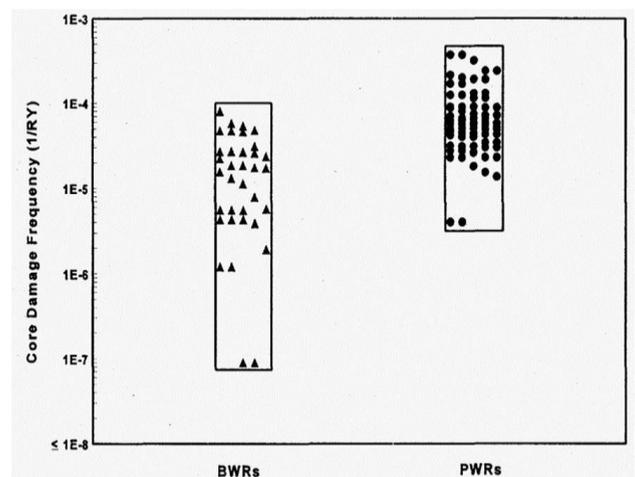


Figura 1. Distribuição de CDFs de LWRs Americanos [2]

A grande variabilidade, mesmo dentro de um único modelo de reator, é consistente com a perspectiva de que fatores

específicos de uma determinada usina são importantes, assim como os sistemas de suporte do reator [2]. Ela também está presente nos reatores japoneses.

Dentre os reatores da Geração IV, o VHTR e o SCWR são as evoluções de tipos atuais de reatores. A taxa de combustão dos diversos tipos de VHTR em desenvolvimento variam entre 90 e 150 GWD/MT, com potências de 250-600 MW_{th}, temperaturas de saída acima dos 750°C, combustíveis enriquecidos a taxas entre 9,6 a 19,8%, eficiência acima dos 40% [3], características que dão ao reator a capacidade de segurança inerente, com estimativa de que a probabilidade da temperatura do combustível ultrapassar 2000°C ser de 1,26E-8. Já o SCWR possui um design mais simples em relação aos LWR atuais, com eficiência acima dos 43,5%. Os modelos em desenvolvimento aspiram potências acima dos 2300 MW_{th}, temperaturas de operação maiores do que 500°C e pressões de 25 Mpa, com taxas de combustão até 60 GWD/MT e combustível enriquecido a taxas em torno de 7% [4][5].

Os principais desafios quanto a esses dois conceitos resultam da alta temperatura, no caso do VHTR, e do uso da água no estado supercrítico, no caso do SCWR.

CONCLUSÕES

A dependência das estimativas de CDF de características únicas de cada usina limita a comparação entre as gerações II e IV, já que ainda não existem reatores comerciais da nova geração em operação. Apesar disso, já existem estudos que mostram os potenciais e desafios desses conceitos, relacionados às mudanças radicais de cada um. O VHTR tem potencial de ser mais econômico e preparado para acidentes graves, com menor proliferação e maior proteção física, com questões a serem resolvidas em relação à temperatura de operação e a produção de hidrogênio. Já o SCWR oferece ganhos econômicos e

simplicidade, porém as propriedades da água supercrítica e as condições de operação geram dúvidas. Os outros conceitos da Geração IV estão em situação similar à desses dois reatores. É preciso juntar mais trabalhos acerca dos seis conceitos para formar uma comparação mais completa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]Dingman, S. et al. Core Damage Frequency Perspectives For BWR $\frac{3}{4}$ And Westinghouse 4-Loop Plants Based on IPE Results. Sandia National Laboratory, SAND-95-3028C, 1995.

[2]Camp, A. L, S. et al. Core Damage Frequency (Reactor Design) Perspectives Based on IPE Results. Sandia National Laboratory, SAND-97-0339C, 1996.

[3]Moses, D. L. Very High-Temperature Reactor (VHTR) Proliferation Resistance and Physical Protection (PR&PP). ORNL/TM-2010/163, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, 2010.

[4]Locatelli, G. et al. Generation IV nuclear reactors: Current status and future prospects. Energy Policy, v. 61, p. 1503-1520, 2013.

[5]Schulenberg, T. et al. Supercritical Water-Cooled Reactor (SCWR) Development through GIF Collaboration. Proceedings of an International Conference on Opportunities and Challenges for Water Cooled Reactors in the 21. Century. 2011.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Bolsa de Iniciação Científica da FAPESP, com vigência até o final de 2016.