

Projeto de Pesquisa No. 2017 M CNEN 05

Desenvolvimento Tecnológico e Inovação em Engenharia Nuclear, Ciclo do Combustível Nuclear e Energia

1. Introdução

O presente projeto de pesquisa visa ao desenvolvimento tecnológico e à inovação na área de engenharia nuclear, do ciclo de combustíveis nucleares e também da energia. Essas áreas de pesquisa contemplam as principais linhas de pesquisa desenvolvidas no CEN/IPEN pelo seu corpo de pesquisadores, docentes e alunos de pós-graduação.

Este projeto possui um coordenador geral que é o Gerente Adjunto de Pesquisa e Tecnologia do CEN, Dr. Marcelo da Silva Rocha, além dos 25 pesquisadores principais apresentados como equipe. Além desses, diversos técnicos e colaboradores (pesquisadores aposentados e pós-docs) compõem o grupo de pesquisa.

Este projeto é composto por subprojetos associados que tratam de temas específicos de pesquisa, tendo, cada um deles os seus coordenadores e suas equipes.

O projeto recebeu o fomento na forma de recurso financeiro de R\$ 209.400,00 da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, a ser aplicado aos subprojetos de pesquisa segundo critérios definidos internamente ao CEN/IPEN.

2. Subprojetos de pesquisa

Os subprojetos de pesquisa que compõem o projeto de Pesquisa No. 2017 M CNEN 05 são:

2.1. Modernização da mesa de controle do reator IPEN/MB-01

Coordenador: Dr. Eduardo Winston Pontes

Resumo: Esse subprojeto tem por objetivo a modernização de alguns dos subsistemas do reator IPEN/MB-01 que se tornaram obsoletos e de difícil manutenção, tornando-os aptos ao advento do projeto da troca do núcleo de varetas pelo núcleo com elementos combustíveis do tipo placa, proporcionando capacidade de adequação a novos experimentos através de sua capacidade intrínseca de reprogramação dentro dos mais altos requisitos de segurança nuclear. Até o momento já foi entregue um conjunto de documentação revisada “as-built” e um protótipo montado.

2.2. Método de fabricação de elemento combustível nuclear instrumentado

Coordenador: Dr. Pedro Ernesto Umbehaun

Resumo: Este subprojeto busca desenvolver um método de fabricação de elementos combustíveis instrumentado que permite a obtenção de dados experimentais de temperatura superficial em diversas posições de uma ou mais placas combustíveis e da água circulante nos canais de resfriamento do elemento combustível. Este subprojeto conta com a colaboração de pesquisadores do CCN/IPEN. Está na fase conclusiva e uma patente já foi requerida ao INPI.

2.3. Apoio técnico em Análise de Segurança e de Confiabilidade dos sistemas do Reator IEA-R1

Coordenador: Dra. Patricia da S. Pagetti de Oliveira

Resumo: Este subprojeto consiste no desenvolvimento de uma base de dados específica para armazenar os registros de ocorrências anormais / falhas e cálculos dos tempos de operação e número de demandas dos principais equipamentos do Reator IEA-R1. Esta base de dados vêm sendo atualizada e as informações mais relevantes incluídas no Relatório Mensal de Atividades do Reator IEA-R1, que é um documento interno gerado no CRPq. Em 2016, foi desenvolvido um programa computacional de gerenciamento desta base de dados, no âmbito de um trabalho de mestrado da Pós-Graduação do IPEN. Este sistema de gerenciamento da base de dados permite que as informações nela contidas estejam disponíveis aos usuários da rede corporativa, que é a intranet do IPEN. Já foram desenvolvidos um programa computacional de gerenciamento da base de dados de confiabilidade dos componentes do Reator IEA-R1 e uma Dissertação de Mestrado na Pós-Graduação do Ipen.

2.4. Apoio Técnico ao grupo de Serviço de Avaliação de Segurança da CNEN (SEASE/ CODRE/ CGRC/ DRS) no desenvolvimento do projeto BR3.01/12 com a União Europeia

Coordenador: Dra. Patricia da S. Pagetti de Oliveira

Resumo: Este subprojeto tem por objetivo a melhoria e a consolidação das atividades reguladoras no Brasil na área de segurança nuclear com base em critérios e práticas internacionais. Profissionais do CEN foram convidados a participar de tarefas envolvendo as áreas de Análise Probabilística de Segurança, Análise Determinística de Acidentes do tipo LOCA e Gerenciamento de Acidentes Severos em Reatores de Potência. Várias atividades estão previstas no plano de trabalho deste projeto, o qual deverá ser concluído até Março de 2018. Este subprojeto tem parceria com a SEASE/ CODRE/ CGRC/ DRS/ CNEN.

2.5. TASK 2.1: Support to the Nuclear Safety Regulator of Brazil - Angra 2/3 Loss of Coolant Accidents

Coordenador: Dra. Gaiânê Sabunjian

Resumo: Este subprojeto tem a finalidade de simular o acidente de Perda de Refrigerante Primário por Grande Ruptura da Perna Fria do Circuito Primário de Angra 2, para fins de licenciamento da planta, capítulo 15 do Relatório Final de

Análise de Segurança (RFAS). Os estudos realizados tem um grande apoio da Global Research for Safety (GRS), no treinamento de programas. Foi solicitado pela GRS alterações na modelagem de Angra 2 relativo ao input básico já existente na CNEN. Este subprojeto tem parceria com a ELETRONUCLEAR, CNEN, GRS e STUK (Comunidade Europeia).

2.6. TASK 5: Estudo de Acidentes Severos na usina nuclear Angra 2, utilizando o código MELCOR.

Coordenador: Dra. Gaiianê Sabunjian

Resumo: Este subprojeto tem a finalidade de simular os Acidentes Severos na usina de Angra 2 para fins de licenciamento da planta, capítulo 19 do Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS). Os estudos realizados tem um grande apoio da Global Research for Safety (GRS) e Radiation and Nuclear Safety Authority in Finland (STUK), no treinamento de programas e consultoria na análise dos documentos emitidos pela Areva, relativos a modificações na usina para atender acidentes severos. Este subprojeto tem parceria com a ELETRONUCLEAR, CNEN, GRS e STUK (Comunidade Europeia).

2.7. Projeto de uma blindagem de nêutrons para o sistema de produção de feixes radioativos RIBRAS

Coordenador: Dr. Julian Marco Barbosa Shorto

Resumo: O Ribras é um sistema de duplo solenoide para produção e aceleração de feixes radiativos (de meia-vida curta). Frequentemente, uma grande quantidade de nêutrons rápidos é gerada como subproduto da reação de produção desses feixes. Nesse contexto, o objetivo desse projeto foi projetar e simular a eficácia de uma blindagem para proteger os detectores gama de germânio utilizados nos experimentos do alto fluxo de nêutron rápidos ao qual estão expostos. Já foram concluídos um projeto de blindagem e uma apresentação de seminário. Este subprojeto tem parceria com o Instituto de Física da USP.

2.8. Análise de Sistemas Complexos

Coordenador: Dr. Francisco Luiz de Lemos

Resumo: Aplicação de Métodos Sistêmicos para análise de cultura de segurança. O trabalho é parte complementar do Projeto coordenado de pesquisa IAEA-CRP: "J02007", "Development of Nuclear Security Culture Enhancement Solutions". De Setembro 2016 a Agosto de 2018. Este projeto em cooperação com o Professor John Carroll, MIT – Sloan School of Management. O trabalho constará de entrevistas com trabalhadores do CR, incluindo toda a estrutura hierárquica, períodos de observação local dos trabalhos diários das varias equipes do CR, estudos teóricos sobre cultura de segurança e proteção física em instalações radioativas, desenvolvimento de indicadores de segurança de modo a identificar pontos fracos na cultura de segurança do CR e elaboração de relatório com sugestões de melhorias para a direção do CR.

2.9. Aplicações de nanofluidos em sistemas de transporte de calor

Coordenador: Dr. Marcelo da Silva Rocha

Resumo: O presente projeto visa ao estudo do efeito da radiação ionizante sobre as propriedades termofísicas dos nanofluidos. Serão investigados em detalhe os mecanismos de estabilidade dos nanofluidos e o efeito da radiação ionizante, além do estudo detalhado do coeficiente de transferência de calor dos nanofluidos e a influência da radiação ionizante sobre tais parâmetros. Neste trabalho propõe-se, também, o estudo das propriedades dessas amostras e compará-las com os valores iniciais apresentados no relatório.

2.10. Fusão nuclear com confinamento eletrostático inercial (IECF) assistido por campo magnético

Coordenador: Dr. Eduardo Lobo Lustosa Cabral

Resumo: O projeto visa iniciar um estudo cuja meta final é desenvolver um dispositivo de confinamento eletrostático capaz de manter reações de fusão nuclear de forma controlada e sustentável. O dispositivo proposto neste projeto tem por base um método de Fusão Nuclear com Confinamento Eletrostático Inercial Assistido por Campo Magnético (MAIECF). Nesse dispositivo, o campo elétrico tem a função de acelerar os íons para o centro do dispositivo, como nos dispositivos IECF comuns, e o campo magnético tem a função de confinar os elétrons dentro do dispositivo de forma a eliminar a sua perda. Ressalta-se que evitando a perda de elétrons, consegue-se além do ganho de energia, manter o plasma neutro e evitar ocorrência de descargas elétricas entre o catodo e o anodo. Manter o plasma neutro é importante para evitar acúmulo de carga positiva causado pela concentração de íons, e evitar ocorrência de descargas elétricas é fundamental para manter a operação do dispositivo em condições de sustentar de forma controlada as reações de fusão nuclear. Dessa forma, esse novo dispositivo proposto nesse projeto, tem a função de eliminar duas das três principais limitações dos dispositivos IECF.

2.11. Estudo de casos clínicos em radioterapia através do sistema de planejamento AMIGOBBrachy

Coordenador: Dr. Helio Yoriyaz

Resumo: Existe um sistema de planejamento em radioterapia sendo atualmente desenvolvido pelo grupo de física médica do CEN (Centro de Engenharia Nuclear). O desenvolvimento deste sistema de planejamento denominado AMIGOBBrachy (Algorithm for Medical Image Guided Object - Brachytherapy module) faz parte integrante do projeto FAPESP (projeto Fapesp no. 2011/22778-8) em colaboração com o Hospital das Clínicas de São Paulo e com o ICESP. Inicialmente, este sistema está sendo criado para aplicação em braquiterapia e está sendo desenvolvido na plataforma do MATLAB versão 8.0 (Mathworks Inc., Natick, Massachusetts, EUA). Atualmente, o sistema AMIGOBBrachy fornece ferramentas eficazes para processar imagens médicas, identificar as posições de parada, detectar agulhas, criar máscaras usando o formato DICOM, criar arquivos de entrada para realizar simulações de Monte Carlo com o código MCNP [Briesmeister, 2008] e analisar os resultados através de uma interface de fácil utilização, que é composto por 8 módulos principais

com ferramentas interativas específicas. O software é compatível com Nucletron Oncentra (Elekta AB, Estocolmo, Suécia) e Varian BrachyVision (Varian Medical Systems, Inc., Palo Alto, CA), oferecendo a capacidade de importar planos de tratamento criadas em ambas as plataformas e realizar simulações usando o código MCNP.

2.12. Bancada de Testes de Vibrações Induzidas por Escoamento em Elementos Combustíveis de Reatores Nucleares de Pesquisa Tipo Placas Paralelas

Coordenador: Dr. Alfredo José Alvim de Castro

Resumo: Este projeto de pesquisa visa o projeto e construção de uma seção de testes para o estudo de vibrações induzidas por escoamentos em elementos combustíveis de reatores nucleares de pesquisa tipo placas paralelas. O estudo do comportamento dinâmico das placas paralelas de elementos combustíveis é de grande importância para a segurança de reatores nucleares de pesquisa onde o fluxo de fluido de refrigeração de alto podendo atingir condições operacionais críticas (velocidades críticas), provocando vibrações e podendo, em último caso, levar a placas de combustível ao colapso, o que pode implicar em acidente de graves proporções. O conhecimento dos limites operacionais dos elementos combustíveis projetados para serem utilizados no reator de pesquisa em desenvolvimento no Brasil requer a realização de testes que possam ser comparados com os critérios exigidos para o seu licenciamento de operação. O presente projeto de pesquisa consiste em projetar e reconstruir uma bancada de testes experimentais para placas de elementos combustíveis de reatores nucleares de pesquisa no Centro de Engenharia Nuclear (CEN) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN). Os testes a serem realizados nesta primeira fase do projeto consistirão de análises de vibração induzida pelo escoamento nos canais formados entre as placas e de deformação das placas de combustíveis

2.13. Análise numérica da dinâmica do escoamento em circuitos de circulação natural

Coordenador: Dr. Delvonei Alves de Andrade

Resumo: O trabalho proposto consiste em estudar numericamente o circuito de circulação natural de água, localizado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / Comissão Nacional de Energia Nuclear em São Paulo, através do uso de modelos matemáticos objetivando determinar o padrão do escoamento em condições sem mudança de fase líquido-vapor e analisar as respostas de modelos bifásicos para condições em que há mudança de fase. A solução matemática do modelo tridimensional fornecerá os campos de temperatura, pressão, velocidade, entre outros, detalhando a dinâmica do escoamento e possibilitando análise mais aprimorada dos fenômenos térmicos e hidrodinâmicos existentes. Serão avaliados para o circuito de circulação natural a necessidade da utilização de modelos de turbulência.

2.14. HPCCNEN - Sistema de Computação Científica de Alto Desempenho para os Institutos de Pesquisa da Comissão Nacional de Energia Nuclear

Coordenador: Dr. Delvonei Alves de Andrade

Resumo: Objetivando a aquisição, instalação e operacionalização de um sistema de computação de alto desempenho (HPC) central e multiusuário, de forma a atender as orientações do seu PDTI, este projeto, para sua viabilização, também envolve a modernização, implantação e recuperação das instalações de pesquisa e desenvolvimento das Unidades da CNEN.

2.15. Pesquisa e desenvolvimento em segurança e tecnologia de reatores

Coordenador: Dr. Miguel Mattar Neto

Resumo: Desenvolver metodologias de avaliação de integridade estrutural e mitigação de trincas provocadas por corrosão sob tensão em componentes de reatores PWR, metodologias para cálculo de transmutação em reatores avançados, metodologias para caracterização de padrões de escoamentos termo-hidráulicos e metodologias para estudo de vibrações induzidas em processos de ebulição.

2.16. Experimentos Padrões no Reator IPEN/MB-01: Reatividade Subcrítica, Refletores de Níquel e Reatividade de Amostras

Coordenador: Dr. Adimir dos Santos

Resumo: O projeto de pesquisa visa desenvolver métodos inéditos para obtenção de reatividade subcritica através de medidas de APSD e desenvolvimento de um reatimetro subcritico. Além disso resultados inéditos de reatividade inseridas por refletores de Niquel estão sendo obtidos. Esses resultados são de suma importância para dar subsidios ao desenvolvimento de refletores de aço-inox utilizados em reatores EPR. Reatividade de pequenas amostras também fazem parte do escopo desse projeto. Todos os experimentos estão sendo utilizados no reator IPEN/MB-01.

2.17. Projeto, construção e testes de um elemento combustível tipo placas paralelas instrumentado para reatores de pesquisa

Pedro Ernesto Umbehaun

Resumo: Desenvolvimento de métodos, modelos, programas de computador e elaboração de análises térmicas e hidráulicas (transferência de calor e mecânica dos fluidos) de Sistemas e Componentes de reatores e instalações térmicas; Desenvolvimento (projeto e construção) de um elemento combustível nuclear para reatores de pesquisa com o objetivo de se validar alguns códigos de análise termo-hidráulica e de acidentes, tais como COBRA e RELAP.