



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

Nome do(a) Bolsista: Humberto Vitor Soares

Código do Projeto vinculado: 2020.06.IPEN.45.PD

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto

Projeto e fabricação de um elemento combustível instrumentado para testes não-destrutivos e qualificação de elementos combustíveis do Reator Multipropósito Brasileiro

Prazo Execução (meses): 24

Objetivo Geral

Esse projeto tem o objetivo de projetar e fabricar um novo Elemento Combustível Instrumentado (ECI-RMB) para qualificação sob irradiação de placas combustíveis do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB).

Objetivos Específicos

A ideia básica do projeto do ECI-RMB é usar o projeto já consagrado do EC padrão do IEA-R1 modificando-o minimamente, no qual serão substituídas seis placas internas por placas do combustível do RMB, todas elas removíveis. Serão elaboradas modelagens computacionais em códigos de física de reatores e de termo-hidráulica a fim de averiguar o fluxo de nêutrons, fluxo de calor entre outros parâmetros para garantir a segurança do reator e entender melhor seu comportamento antes de iniciar o experimento.

Palavras-chave

- 1 - Reator Multipropósito Brasileiro - RMB
- 2 -Elemento Combustível Instrumentado
- 3 -Qualificação
- 4 - Termo-hidráulica
- 5 -Neutrônica

Metas Físicas

- 1 - Modelo neutrônico
- 2 - Modelo termo-hidráulico
- 3 - Elaboração de relatório de segurança nuclear
- 4 - Montagem do ECI-RMB
- 5 -Relatório final e artigo



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

Justificativa Resumida:

Em 2015, o Centro do Combustível Nuclear (CECON), em parceria com o Centro de Engenharia Nuclear (CEENG) e o Centro Tecnológico da Marinha (CTMSP), deu início ao projeto para a produção de 19 Elementos Combustíveis (ECs) idênticos aos que serão utilizados no Reator Multipropósito Brasileiro, RMB. O CECON desenvolveu todo o processo de fabricação deste novo combustível, conforme especificações estabelecidas pelo CEENG. Este projeto permitiu a capacitação e qualificação do CECON para a fabricação dos novos ECs para o RMB e possibilitando também o CEENG desenvolver e aferir uma metodologia de cálculo de física de reatores aplicada ao RMB, gerando dados para otimizar o uso do RMB. Esses 19 elementos combustíveis foram produzidos pelo CECON para compor o novo núcleo do tipo placa do reator IPEN-MB01, que se assemelha com o futuro núcleo do RMB. Serão realizados experimentos para a obtenção dos parâmetros nucleares referentes a este tipo e configuração de núcleo, importante para a validação da metodologia de cálculo que está sendo usada para os cálculos do RMB.

Uma vez desenvolvido todo o processo de fabricação e montagem dos novos elementos combustíveis, atendendo rigorosas especificações de projeto e atingida a capacitação, torna-se necessário iniciar uma nova fase. O presente plano de trabalho é uma contribuição para o projeto principal (Projeto e fabricação de um elemento combustível instrumentado para testes não-destrutivos e qualificação de elementos combustíveis do Reator Multipropósito Brasileiro), sob coordenação do Dr. Walmir Maximo Torres. O principal objetivo é a qualificação destas placas combustíveis do RMB sob irradiação no IEA-R1. Após irradiadas por um tempo a ser especificado, as placas móveis serão removidas do elemento combustível e testes não destrutivos serão realizados. Entre os testes previstos estão: Inspeção visual para verificação de grau de corrosão, medidas de espessura para avaliação de inchamento e gamagrafia para avaliação da queima e comparação com cálculos realizados por códigos específicos.

CRONOGRAMA FÍSICO

META FÍSICA 1 - Modelo neutrônico

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Estudo da metodologia de cálculo neutrônico adotado no IPEN	Não se aplica	1	2
Estudo do código neutrônico 2DB	Não se aplica	2	3
Análise dos resultados do ECI-RMB no 2DB	Não se aplica	3	3
Geração da distribuição de potência no ECI-RMB	Relatório técnico	3	4

META FÍSICA: 2 - Modelo termo-hidráulico

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Estudo e levantamento de dados do IEA-R1	Não se aplica	5	6
Modelagem do núcleo do IEA-R1 para o código RELAP5	Não se aplica	6	7
Análise dos dados de estado estacionário	Relatório técnico	7	8
Análise de alguns acidentes no IEA-R1 com o	Relatório técnico	8	10



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

código RELAP5 considerando a presença do ECI-RMB			
--	--	--	--

META FÍSICA: 3 - Elaboração de relatório de segurança nuclear			
ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Elaboração de relatório de segurança nuclear do ECI-RMB no IEA-R1	Relatório técnico	10	12

META FÍSICA: 4 - Montagem do ECI-RMB			
ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Compra de materiais para o ECI-RMB	Não se aplica	12	13
Contratação, fabricação e montagem das ferramentas e dispositivos de manuseio das placas	Não se aplica	13	15
Instalação do ECI-RMB no núcleo e operação do reator	Não se aplica	15	18
Análise do ECI através de inspeção visual e medidas de espessura	Relatório técnico	18	19
Análise do ECI através de espectrometria por raios gama	Relatório técnico	19	20

META FÍSICA: 5 - Relatório final e artigo			
ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Elaboração de relatório final	Relatório técnico	20	22
Elaboração de artigo para publicação	Artigo acadêmico	22	24

Resultados Esperados
1 -Modelo neutrônico do ECI-RMB
2 -Modelo termo-hidráulico do ECI-RMB no código RELAP5
3 -Relatório de segurança nuclear com resultado das simulações
4 - Montagem e instalação do ECI-RMB no núcleo do IEA-R1
5 -Análise dos dados após irradiação das placas combustíveis
6 - Relatório final do projeto
7 - Artigo científico apresentando o projeto e seus resultados



PLANO DE TRABALHO

PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

Grau de Inovação (se houver):

Poucos países no mundo irradiam placas combustíveis inteiras, normalmente os testes são feitos utilizando miniplacas combustíveis. Desta forma, com esse projeto o Brasil vai se tornar um dos poucos países que dominam essa técnica.

Bibliografia:

- [1] Lima, R.M., Oliveira, F.S., 2000; “Relatório Descritivo de Fabricação do Elemento DMPV-01”, Relatório Descritivo de Fabricação nº RDF-DMPV-01/01 – R:00 – Relatório Interno IPEN.
- [2] Torres, W.M., 2001; “Desenvolvimento do Elemento DMPV-01 para Medida de Vazão no Núcleo do Reator IEA-R1”, Relatório Técnico IPEN no. PSE.CENT.IEAR1.001.00 – RELT.003.00.
- [3] IPEN/CNEN-SP Documentação de Qualificação–DQ-CCN-081-00, “Elemento Combustível Padrão IEA-208”, janeiro 2010.
- [4] UMBEHAUN P. E. ;DURAZZO, M.;SOUZA, J. A. B.; SILVA, D. G. ; TORRES, W. M. ; ANDRADE, D. A. . MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE ELEMENTO COMBUSTÍVEL NUCLEAR INSTRUMENTADO.2017, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170284425, título: "MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE ELEMENTO COMBUSTÍVEL NUCLEAR INSTRUMENTADO", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 28/12/2017Instituição(ões) financiadora(s): Comissão Nacional de Energia Nuclear CNEN.