



## PLANO DE TRABALHO

### PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

Nome do(a) Bolsista: **Jefferson Koyaishi Torrecilha**

Código do Projeto vinculado: **2020.06.IPEN.26**

#### DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto

Contabilidade dos Radionuclídeos Gerados na Operação do Reator IEA-R1

**Prazo Execução (meses): 36**

#### Objetivo Geral

O projeto tem como objetivo mapear os fluxos de radionuclídeos na planta, incluindo rejeitos líquidos e sólidos e efluentes líquidos, contabilizar as atividades de todos os radionuclídeos importantes do ponto de vista radiológico naqueles fluxos e identificar possíveis pontos cegos no mapa dos fluxos de rejeitos de modo a corrigir eventuais falhas no sistema.

#### Objetivos Específicos

Desenvolver e/ou consolidar métodos de amostragem dos diversos fluxos de material na instalação;

Realizar a separação dos radionuclídeos de interesse por meio de precipitação, cromatografia de troca iônica e extração cromatográfica;

Determinar as concentrações de atividade dos isótopos  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{237}\text{Np}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  e  $^{230}\text{Th}$  nos rejeitos líquidos e sólidos e efluentes líquidos por espectrometria alfa;

Determinação os radionuclídeos  $^3\text{H}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  e  $^{241}\text{Pu}$  por meio de cintilação em meio líquido;

Determinação os radionuclídeos  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{114}\text{Sb}$ ,  $^{125}\text{Sb}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{108}\text{mAg}$  por meio de espectrometria gama.

#### Palavras-chave

1 - Reator IEA-R1

2 - radionuclídeos

3 - rejeitos radioativos

4 -

5 -

#### Metas Físicas

1 - Levantamento bibliográfico

2 - Amostragem dos efluentes do reator IEA-R1

3 - Análises radioquímicas

4 - Tratamento estatístico dos dados



## PLANO DE TRABALHO

### PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

#### Justificativa Resumida:

Atingir o objetivo nesse projeto contribuirá com o estabelecimento de metodologia de amostragem de filtros de carvão e resinas de troca iônica durante o ciclo de operação do reator. Esta atividade capacitará o centro na produção de radioisótopos para uso como traçadores radioativos em pesquisa, uma vez que esses radioisótopos serão produzidos no reator IEA-R1 e padronizados no CERPq, visto que diversas análises químicas necessitaram de traçadores radioativos, tais como  $^{110m}\text{Ag}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{63}\text{Ni}$  e  $^{55}\text{Fe}$ .

O projeto visa o aperfeiçoamento e formação de recursos humanos para o desenvolvimento do pesquisador durante o pós-doutorado, sendo que este contribuirá orientando alunos de iniciação científica, auxílio na orientação de alunos de mestrado no mesmo tema e colaborar nos demais projetos em andamento no CERPq.

#### CRONOGRAMA FÍSICO

##### META FÍSICA 1 - Levantamento bibliográfico

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Levantamento bibliográfico de metodologia	Relatório de revisão das metodologias propostas	1	36

##### META FÍSICA: 2 - Amostragem dos efluentes do reator IEA-R1

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Amostragem da água da piscina	Relatório de amostragem da água da piscina	7	8
Amostragem dos efluentes da regeneração dos filtros de carvão	Relatório de amostragem dos efluentes de filtros de carvão	13	14
Amostragem das resinas de troca iônica	Relatório de amostragem das resinas de troca iônica	14	32
Amostragem da lama do tanque de retenção	Relatório de amostragem da lama do tanque de retenção	21	26

##### META FÍSICA: 3 - Análises radioquímicas

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Análises radioquímicas das amostras de água da piscina do reator	Relatório de análise das amostras de água	11	14
Análises radioquímicas dos efluentes do filtro de carvão	Relatório de análise radioquímica dos efluentes do filtro de carvão	14	20
Análises radioquímicas das resinas de troca iônica	Relatório de análises radioquímicas das resinas	21	26



## PLANO DE TRABALHO

### PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

Análises radioquímicas da lama do tanque de contenção

de troca iônica  
Relatório de análises radioquímicas da lama do tanque de contenção

26	32
----	----

#### META FÍSICA: 4 – Tratamento estatístico dos dados

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Análise de variância (ANOVA)	Relatório de ANOVA	32	33
Teste de Tukey HSD	Relatório do Teste de Tukey HSD	33	34
Análise de agrupamento hierárquico	Relatório da análise de agrupamento hierárquico	34	35
Escrita final do relatório	escrita final do relatório	35	36

#### Resultados Esperados

1 - Utilidade aos rejeitos

2 - Mapeamento do fluxo do reator

3 - estabelecimento de metodologia de amostragem de filtros de carvão e resinas de troca iônica

4 - capacitar o centro na produção de radioisótopos para uso como traçadores radioativos em pesquisa

5 -

6 -

7 -

8 -

9 -

10 -

#### Grau de Inovação (se houver):

Não se aplica



## PLANO DE TRABALHO

### PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOCTORADO – EDITAL 6

#### **Bibliografia:**

DE OLIVEIRA, J. Determinação de  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$  em águas minerais da região de águas da prata. 1993. 85 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

DULANSKÁ, S.; REMENEC, B.; GARDONOVÁ, V.; MÁTEL, L. Determination of  $^{93}\text{Zr}$  in radioactive waste using ion exchange techniques. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* v. 293, p. 635-640, 2012.

GILMORE, G.; HEMINGWAY, J. D. *Practical Gamma Spectrometry*. New York: John Wiley & Sons, 1995.

HOW, X.; ØSTERGAARD, L. F.; NIELSEN, S. P. Determination of  $^{63}\text{Ni}$  and  $^{55}\text{Fe}$  in nuclear waste samples using radiochemical separation and liquid scintillation counting. *Analytica Chimica Acta*, v. 535, p. 297-307, 2005.

JANKOVIC, M. M. (Ed.). *Tritium Advances in research and applications*. New York, Nova Science Publishers, p. 99-156. 2018.

L'ANNUNZIATA, M. F. (Ed.). *Handbook of radioactivity analysis*. San Diego: Academic Press, p. 209–330. 1998.

LEE, M. H.; AHN, H. J.; PARK, J. H.; PARK, Y. J.; SONG, K. Rapid sequential determination of Pu,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{241}\text{Am}$  nuclides in environmental samples using an anion exchange and Sr-Spec resins. *Appl. Radiat. Isotopes*, v. 69, p. 295-298, 2010.

MADUAR, M. F.; ALENCAR, M. M.; TEIXEIRA, L. F. L.; NISTI, M. B. Contribuições do reator iea-r1 para a pesquisa nuclear. 2022. 16 anos de resultados de determinação de radionuclídeos emissores gama na água da piscina do reator IEA-R1: uma retrospectiva. p. 47-51.

MIZUTANI, T.; KOARACHI, J.; TAKEISHI, M. Monitoring of low-level radioactive liquid effluent in Tokai reprocessing plant. *J. Nucl. Sci. Technol.* v. 46, n. 7, p. 665–672, 2009.

TEMBA, E. S. C. Separação e determinação radiométrica dos radionuclídeos  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{99}\text{Tc}$  e  $^{94}\text{Nb}$  em rejeitos radioativos de baixa e média atividades provenientes de centrais nucleares do tipo PWR. 2016. 105 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais) Centro De Desenvolvimento Da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte.

TODO, A. S.; LOVISI, M. L.; CARNEIRO, J. G. C. Implementação de espectrometria alfa para isótopos de urânio e sua aplicação para propósitos de monitoração. In: "International Nuclear Atlantic Conference", 1-6, 2005. Santos-SP.

TOMÉ, F. V.; RODRÍGUEZ, M. B. P.; LOZANO, J. C. Study of the representativity of uranium and thorium assays in soil and sediment samples by alpha spectrometry. *Applied Radiation and Isotopes*, v. 56, p. 393–398, 2002.

VAJDA, N.; MOLNÁR, Z.; OSVÁTH, S. Extraction chromatography and liquid scintillation counting for the analysis of long-lived radionuclides. In: LSC 2005, Advances in liquid scintillation spectrometry. Proceedings...Ed. S. Chalupnik, F. Schönhofer, J. Noakes, Arizona Board of Regents on behalf of the University of Arizona, 2006, p. 251-258.



## PLANO DE TRABALHO

### PROJETO PARA BOLSA PÓS-DOUTORADO – EDITAL 6

YENGAR, G. V. Elemental analysis of biological systems. Boca Raton, FL: CRC, 2000. Cap. 2, biomedical, environmental, compositional and methodological aspects of trace elements. p. 73-90.

ZAHN, G. S.; TICIANELLI, R. B.; SILVA, P. S. C.; GENEZINI, F. A. Contribuições do reator IEA-R1 para a pesquisa nuclear. 2022. Análise dos radionuclídeos encontrados na água do reator IEA-R1. p. 39-45.