

## **Programa de Capacitação Institucional – PCI**

### **Edital para seleção de bolsistas - 03/2019**

### **Comissão Nacional de Energia Nuclear**

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) torna público o Edital 03/2019 do Programa de Capacitação Institucional – PCI para a realização do processo seletivo de bolsistas para execução de projetos PCI, nos termos aqui estabelecidos.

#### **1 – Objeto**

O presente Edital tem por finalidade a seleção de especialistas, pesquisadores e técnicos que contribuam para a execução de projetos de pesquisa no âmbito do Programa de Capacitação Institucional – PCI, Subprograma de Capacitação Institucional da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

##### **1.1 – Projetos de Pesquisa a serem apoiados:**

Os projetos de pesquisa abaixo relacionados serão apoiados pelo presente Edital.

	<b>TÍTULO DO PROJETO</b>	<b>Local de execução</b>
1.1.1	Infraestrutura de Apoio à Gestão e Preservação do Conhecimento Nuclear Brasileiro	DPD
1.1.2	Produção de Novos Radiofármacos Pósitron Emissores	IEN
1.1.3	Pesquisa e Desenvolvimento em Fusão Nuclear por Confinamento Magnético com vistas à Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear.	LAP/INPE
1.1.4	Sintetização e caracterização de materiais cerâmicos sintéticos para a imobilização de rejeitos radioativos de médio e alto nível.	IPEN
1.1.5	Estudo de metodologias radioanalíticas aplicadas à determinação de isótopos de urânio e tório em amostras de interesse nuclear.	LAPOC

##### **1.2 – Do detalhamento dos projetos**

Os projetos a serem apoiados pelo presente Edital serão realizados nas Unidades Técnico-Científicas da CNEN (UTC), conforme especificado no item 1.1. O detalhamento dos projetos, assim como o perfil do respectivo bolsista a ser selecionado pode ser consultado na “Relação de Projetos do Subprograma de Capacitação Institucional da Comissão Nacional de Energia Nuclear” - [Anexo I](#).

## 2 – Cronograma

<b>FASES</b>	<b>DATA</b>
Inscrições	De 27/02 a 24/03/2019
Prazo para impugnação do Edital	05 dias corridos após a divulgação do edital no site da CNEN
Resultado preliminar	a partir de 26/03/2019
Interposição de recurso administrativo do resultado preliminar	05 dias corridos após a divulgação do resultado preliminar
Resultado final (a ser ratificado pelo CNPq após indicação do bolsista na plataforma integrada Carlos Chagas)	04/04/2019

## 3 – Critérios de Elegibilidade

**3.1** – Os critérios de elegibilidade indicados abaixo são obrigatórios e sua ausência resultará no indeferimento da inscrição.

### 3.2 – Quanto ao Candidato:

**3.2.1** – O candidato à bolsa PCI, deve atender, obrigatoriamente, aos itens abaixo:

- ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes, atualizado até a data limite para inscrição;
- ter perfil e experiência adequados à categoria/nível de bolsa PCI pleiteada, conforme anexo I da RN 026/2018 do CNPq;;
- não ter tido vínculo empregatício direto ou indireto ou ter sido aposentado pela mesma instituição executora do projeto.
- não estar matriculado em cursos de pós-graduação (tais como mestrado, doutorado ou especialização *lato sensu*). Para se candidatar às bolsas PCI que exijam alguma titulação, o candidato deverá estar titulado na ocasião da inscrição.
- ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;

### 3.3 – Quanto à Instituição de Execução do Projeto:

**3.3.1** – Os projetos serão executados nas Unidades Técnico-Científicas (UTCs) da Comissão Nacional de Energia Nuclear, instituição de execução do Subprograma de Capacitação Institucional, conforme indicado na tabela do item 1.1 desse Edital. Seguem abaixo os endereços das UTCs:

#### **Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento - DPD**

Rua Gal Severiano, nº 90 - Botafogo  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil  
CEP 22290-901

#### **Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste - CRCN-CO**

BR 060, km 174,5  
CEP 75345-000 - Abadia de Goiás – GO

### **Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste - CRCN-NE**

Av. Prof. Luiz Freire, 200  
Cidade Universitária  
CEP: 50740-545 - Recife -PE

### **Instituto de Engenharia Nuclear – IEN**

Rua Hélio de Almeida, 75  
Cidade Universitária - Ilha do Fundão - Caixa Postal 68550  
CEP: 21941-906 - Rio de Janeiro, RJ

### **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN**

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242  
Cidade Universitária - Bairro Butantã  
CEP: 05508-000 - São Paulo – SP

### **Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD**

Av. Salvador Allende, s/n  
Bairro: Recreio dos Bandeirantes  
CEP: 22780-160 - Rio de Janeiro, RJ

### **Laboratório de Poços de Caldas – LAPOC**

Rodovia Poços de Caldas, km 13  
Andradas  
CEP 37701-970 Poços de Caldas – MG

### **Laboratório Associado de Plasma-LAP**

Fusão Nuclear - Tokamak ETE  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE  
Av. dos Astronautas, 1758  
CEP: 12.227-010  
São José dos Campos-SP, Brasil

## **4 – Recursos Financeiros**

**4.1** – As bolsas serão operacionalizadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e financiadas com recursos no valor anual de R\$ 2.416.920.00 (Dois milhões quatrocentos e dezesseis mil e novecentos e vinte reais), oriundos do orçamento do Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC.

## **5 – Itens Financiáveis**

### **5.1 – Bolsas**

**5.1.1** – Os recursos do presente edital serão destinados ao financiamento de bolsas na modalidade **PCI**, em suas diferentes categorias (D e E) e níveis.

**5.1.2** – A implementação das bolsas deverá ser realizada dentro dos prazos e critérios estipulados para cada uma dessas modalidades, conforme estabelecido nas normas do CNPq que regem essa modalidade.

**5.1.3** – A duração das bolsas não poderá ultrapassar o prazo de execução do projeto.

**5.1.4** – As bolsas não poderão ser utilizadas para pagamento de prestação de serviços, uma vez que tal utilização estaria em desacordo com a finalidade das bolsas do CNPq.

## **6 – Inscrição no processo seletivo de bolsistas para execução de projetos PCI da CNEN**

**6.1** – As inscrições deverão ser encaminhadas à Secretaria de Formação Especializada da Comissão Nacional de Energia Nuclear (SEFESP) exclusivamente por correio eletrônico [sfesppci@cnen.gov.br](mailto:sfesppci@cnen.gov.br), contendo no ASSUNTO a expressão: “Edital PCI CNEN 03/2019 – Inscrição”.

**6.1.1** - O recebimento da inscrição será confirmado pela Secretaria de Formação Especializada (SEFESP), também por correio eletrônico;

**6.1.2** – Para participação no processo seletivo o candidato deverá apresentar os seguintes documentos em um único arquivo a ser enviado em formato PDF:

**6.1.2.1** - Formulário de Aplicação – [Anexo II](#);

**6.1.2.2** – Currículo Lattes completo (atualizado até a data limite estabelecida no item 2 deste Edital).

**6.1.2.3** – Cópia da identidade e CPF (para candidatos estrangeiros a cópia do Registro Nacional de Estrangeiros (RNE) válido)

**6.2** – O horário limite para submissão das inscrições à SEFESP será até às 23h59 (vinte e três horas e cinquenta e nove minutos), horário de Brasília, da data descrita no **CRONOGRAMA**, não sendo aceitas inscrições submetidas após este horário.

**6.2.1** – Recomenda-se o envio das inscrições com antecedência, uma vez que a Comissão Nacional de Energia Nuclear não se responsabilizará por aquelas não recebidas em decorrência de eventuais problemas técnicos e de congestionamentos.

**6.2.2** – Caso a inscrição seja enviada fora do prazo de submissão, ela não será aceita, razão pela qual não haverá possibilidade de ser acolhida, analisada e julgada.

**6.3** – Esclarecimentos e informações adicionais acerca deste Edital podem ser obtidos através do endereço eletrônico [sfesppci@cnen.gov.br](mailto:sfesppci@cnen.gov.br) ou pelo telefone (21) 2173-2187 / 2188.

**6.3.1** – O atendimento encerra-se impreterivelmente às 16h, em dias úteis, e esse fato não será aceito como justificativa para envio posterior à data limite.

**6.3.2** – É de responsabilidade do candidato entrar em contato com a SEFESP em tempo hábil para obter informações ou esclarecimentos.

**6.4** – Um mesmo candidato poderá concorrer a uma bolsa em diferentes projetos listados no item 1.1. Para isso, o candidato deverá relacionar as vagas de seu interesse no campo específico do Formulário de Aplicação (Item III do [Anexo II](#)).

**6.5** – O preenchimento incorreto e/ou ausência de algum documento estabelecido pelo item 6.1.2 implicará na desclassificação do candidato.

## 7 – Julgamento

### 7.1 – Critérios do Julgamento

7.1.1 – Os critérios para classificação dos candidatos quanto ao mérito técnico-científico são:

Critérios de análise e julgamento		Peso	Nota
<b>A</b>	Experiência prévia do candidato em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação na área do projeto de pesquisa selecionado.	1,0	<b>0,0 a 10</b>
<b>B</b>	Adequação do perfil do candidato ao projeto a ser apoiado.	1,0	<b>0,0 a 10</b>
<b>C</b>	Alinhamento do histórico acadêmico e profissional do candidato às competências e atividades exigidas à execução do projeto.	1,0	<b>0,0 a 10</b>
<b>D</b>	Experiência prévia do candidato em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação na área nuclear.	0,1	<b>0,0 a 10</b>
<b>E</b>	Experiência prévia do candidato em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação no âmbito da CNEN.	0,1	<b>0,0 a 10</b>

7.1.1.1 – As informações relativas aos critérios de julgamento A, B, C, D e E descritas no item 7.1.1, deverão constar no Currículo Lattes do candidato.

7.1.2 – Para estipulação das notas poderão ser utilizadas até duas casas decimais.

7.1.3 – A pontuação final de cada candidato será aferida pela média ponderada das notas atribuídas para cada item.

7.1.4 – Em caso de empate, a Comissão de Avaliação de Mérito deverá analisar a documentação dos candidatos empatados e definir a sua ordem de classificação, apresentando de forma motivada as razões e fundamentos.

7.1.4.1 – Para o desempate será considerado o candidato com a maior nota no critério D seguidas das maiores notas nos critérios E, A, B e C, respectivamente.

### 7.2 – Etapas do Julgamento

#### 7.2.1 – Etapa I – Análise pela Comissão de Pré-enquadramento

7.2.1.1 - A composição e as atribuições da Comissão de Pré-enquadramento seguirão as disposições contidas na Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

7.2.1.2 – Esta etapa, a ser realizada pela Comissão de Pré-enquadramento, consiste na análise da documentação apresentada pelos candidatos quanto ao atendimento às disposições estabelecidas no item 3.2 deste Edital.

## **7.2.2 – Etapa II – Classificação pela Comissão de Avaliação de Mérito**

**7.2.2.1** – A composição e as atribuições da Comissão de Avaliação de Mérito seguirão as disposições contidas na Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

**7.2.2.2** – A pontuação final de cada candidato será aferida conforme estabelecido no item 7.1.

**7.2.2.3** – Todos os candidatos avaliados serão objeto de parecer de mérito consubstanciado, contendo a fundamentação que justifica a pontuação atribuída.

**7.2.2.4** – Após a análise de mérito e relevância de cada candidato, a Comissão deverá recomendar:

- a)** aprovação; ou
- b)** não aprovação.

**7.2.2.5** – O parecer da Comissão de Avaliação de Mérito será registrado em documento Word chamado Planilha **de Julgamento** específica, contendo a relação dos candidatos recomendados e não recomendados por projeto, com as respectivas pontuações finais, assim como outras informações e recomendações pertinentes.

**7.2.2.6** – Durante a classificação dos candidatos pela Comissão de Avaliação de Mérito, a Comissão de Pré-enquadramento responsável acompanhará as atividades e poderá recomendar ajustes e correções necessários.

**7.2.2.7** – A Planilha de Julgamento será assinada pelos membros da Comissão de Avaliação de Mérito.

## **7.2.3 – Etapa III – Decisão do julgamento pela Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento-DPD da Comissão Nacional de Energia Nuclear**

**7.2.3.1** – O Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear emitirá decisão do julgamento com fundamento na Nota Técnica elaborada pela Comissão de Pré-enquadramento, acompanhada dos documentos que compõem o processo de julgamento.

**7.2.3.2** – Na decisão do julgamento deverão ser determinados quais os candidatos aprovados por projeto e as respectivas classificações e níveis de bolsa recomendados.

## **8 – Resultado Preliminar do Julgamento**

**8.1** – A relação de todos os candidatos julgados, aprovados e não aprovados, será divulgada na página eletrônica da Comissão Nacional de Energia Nuclear, disponível na Internet no endereço [www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br) e publicada, por extrato, no **Diário Oficial da União**.

## **9 – Recursos Administrativos**

### **9.1 – Recurso Administrativo do Resultado Preliminar do Julgamento**

**9.1.1** – Caso o candidato tenha justificativa para contestar o resultado preliminar do julgamento, poderá apresentar recurso em forma eletrônica, para o endereço [sefesppci@cnen.gov.br](mailto:sefesppci@cnen.gov.br) no prazo de 03 (três) dias, a contar da data da sua publicação no endereço eletrônico do Portal da Comissão Nacional de Energia Nuclear: [www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br).

## 10 – Resultado Final do Julgamento

**10.1** – O Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear emitirá a decisão do julgamento com fundamento na Nota Técnica elaborada pela Comissão de Pré-enquadramento, acompanhada dos documentos que compõem o processo de julgamento, após análise de eventuais recursos administrativos.

**10.2** – O resultado final do julgamento pela Diretoria será divulgado na página eletrônica da Comissão Nacional de Energia Nuclear disponível na Internet no endereço [www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br) e publicado, por extrato, no **Diário Oficial da União**.

## 11 – Implementação das Bolsas Aprovadas

**11.1** – Caberá ao coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional da CNEN realizar as indicações dos bolsistas, seguida a ordem de classificação do resultado final do julgamento, após a aprovação pela Comissão de Enquadramento, conforme previsto na Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

**11.1.1** – No caso da aprovação de um mesmo candidato para mais de um projeto, caberá ao coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional da CNEN indicar o projeto a ser atendido.

**11.2** – O coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional da CNEN poderá cancelar a bolsa—por ocorrência, durante sua implementação, de fato cuja gravidade justifique o cancelamento, sem prejuízo de outras providências cabíveis em decisão devidamente fundamentada.

## 12 – Da Avaliação

**12.1** – O desempenho do bolsista será avaliado pelo coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional da CNEN durante a vigência da bolsa, com base no parecer técnico do supervisor do bolsista.

**12.2** – O coordenador do Subprograma de Capacitação Institucional da CNEN poderá cancelar a bolsa, por rendimento insuficiente do bolsista e/ou por outros motivos que contrariem as disposições previstas na Portaria 2.195/2018 do MCTIC e na RN 026/2018 do CNPq.

## 13 – Impugnação do Edital

**13.1** – Decairá do direito de impugnar os termos deste Edital o cidadão que não o fizer até o prazo disposto no **CRONOGRAMA**.

**13.1.1** – Caso não seja impugnado dentro do prazo, o candidato não poderá mais contrariar as cláusulas deste Edital, concordando com todos os seus termos.

**13.2** – A impugnação deverá ser dirigida ao Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear, por correspondência eletrônica, através do endereço [sefespcci@cnen.gov.br](mailto:sefespcci@cnen.gov.br), seguindo as normas do processo administrativo federal.

#### **14 – Disposições Gerais**

**14.1** – O presente Edital regula-se pelos preceitos de direito público inseridos no caput do artigo 37 da Constituição Federal, pelas disposições da Lei nº 8.666/93, no que couber, e, em especial, pela RN 026/2018 do CNPq e Portaria 2.195/2018 do MCTIC.

**14.2** – A qualquer tempo, o presente Edital poderá ser revogado ou anulado, no todo ou em parte, seja por decisão unilateral da Comissão Nacional de Energia Nuclear, seja por motivo de interesse público ou exigência legal, em decisão fundamentada, sem que isso implique direito à indenização ou reclamação de qualquer natureza.

**14.3** – O Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear reserva-se o direito de resolver os casos omissos e as situações não previstas no presente Edital.

**14.4** – Este edital tem validade até **05/05/2019**.

Rio de Janeiro, 26 de fevereiro de 2019.

**Jose Carlos Bressiani**

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento  
Comissão Nacional de Energia Nuclear



## ANEXO I

### RELAÇÃO DE PROJETOS DO SUBPROGRAMA DE CAPACITAÇÃO INSTITUCIONAL DA COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – EDITAL 03/2019

<b>CÓD</b>	<b>UTC</b>	<b>MOD. BOLSA</b>	<b>FORMAÇÃO ACADÊMICA</b>	<b>ÁREA DE EXPERIÊNCIA</b>
<b>1.1.1</b>	DPD	PCI - DC	Graduado, graduado com especialização ou mestrado	Tecnologia da Informação Com experiência em Linux, Postgre, SQL, Java, PHP, CSS, JavaScript
<b>1.1.2</b>	IEN	PCI - DD	Tecnologia de Processos Químicos	Produção de Radioisótopos
<b>1.1.3</b>	LAP/INPE	PCI - DE	Técnico em Eletrônica	Medidas elétricas, magnéticas e eletrônicas; instrumentação; circuitos elétricos, magnéticos e eletrônicos.
<b>1.1.4</b>	IPEN	PCI-DC	Mestrado	Físico-química
<b>1.1.5</b>	LAPOC	PCI - DE	Técnico em Química	Preparação de amostras ambientais e de interesse nuclear, ensaios químicos, separações cromatográficas e medições radiométricas.

## 1.1 – Projetos de Pesquisa a serem apoiados:

### DIRETORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - DPD

**TÍTULO DO PROJETO:** Infraestrutura de Apoio à Gestão e Preservação do Conhecimento Nuclear Brasileiro

**CÓDIGO DO PROJETO:** 1.1.1

**Coordenador do projeto:** Luis Fernando Sayão

**Co-Coordenadora:** Luana Farias Sales

#### Introdução

O crescente interesse pelos dados coletados ou gerados pelas atividades de pesquisa na última década – por toda a sociedade e não só pelos segmentos acadêmicos e científicos criou uma demanda por estruturas organizacionais, tecnológicas e por capital humano que pudessem dar conta da gestão, sustentabilidade e utilização ampla desses novos ativos informacionais. Em razão disso, a área Nuclear enquanto grande produtora e consumidora em potencial de dados de pesquisa nucleares necessitam de infraestruturas voltadas para a preservação desses dados, tornando-os parte integrante da memória científica da área e insumos para novas pesquisas. O presente projeto se coloca diante desse grande desafio que é gerenciar o conhecimento Nuclear, atualmente formado em boa parte por dados nascidos em formatos digitais. Assim, o presente projeto tem por objetivo a construção de uma plataforma para preservação do conhecimento nuclear brasileiro. A metodologia utilizada para reunião desse produção científica é denominada curadoria digital de dados de pesquisa e trará diversos benefícios para a pesquisa na área Nuclear e para a sociedade brasileira, como a integração de toda a informação científica e tecnológica produzida em território nacional; a transparência uso de recursos para a pesquisa; o reuso potencial de dados na pesquisa; o encurtamento do ciclo da produção do conhecimento, da comunicação científica e do retorno em benfeitorias para a sociedade.

#### Objetivo Geral

Oferecer para a comunidade Nuclear uma base de informações e conhecimentos que possa apoiar o desenvolvimento dos projetos prioritários da CNEN, servindo também como mecanismo de visibilidade e transparência das atividades desenvolvidas no Setor Nuclear Brasileiro

#### Objetivos Específicos

1. (OB1) Implementar uma plataforma integradora do conhecimento técnico-científico gerado a partir das atividades de pesquisa que se desenrolam nas unidades da CNEN
2. (OB2) Preservar e disseminar o conhecimento Nuclear Brasileiro desenvolvido no âmbito da CNEN;
3. (OB3) Apoiar o desenvolvimento das pesquisas definidas como áreas prioritárias pela Instituição, a saber: Reator Multipropósito Brasileiro – RMB, Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação – RBMN, pesquisa e a produção de Radiofármacos, Laboratório de Fusão Nuclear (LFN);

4. (OB4) Aumentar a produtividade da CNEN no que tange ao subdomínio da Gestão do Conhecimento Nuclear e tornando-a referência nesses estudos.

### Insumos

#### Custeio

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Capacitação para desenvolvimento de repositórios no IBICT (Brasília)	Diárias	0
	Passagens	0

#### Bolsas

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quant
Graduação, Especialização ou Mestrado	Tecnologia da Informação  Com experiência em Linux, Postgre, SQL, Java, PHP, CSS, JavaScript	Atualização de versões de sistema  Estudo de ferramentas de agregação de repositórios  Implementação de Ferramenta de agregação  Desenvolvimento de serviços sob as plataformas	D-C	60	1

### Atividades de Execução

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	

Atualização de versão do sistema dSpace atualmente utilizado como plataforma para o repositório Carpe diem	OB2	dSpace atualizado	X					
Modelagem do sistema dSpace para preservação do conhecimento gerado em outras unidades da CNEN (Sede e IRD)	OB1, OB2 e OB3	Repositório institucional da CNEN  Repositório Institucional do IRD	X	X				
Integração dos repositórios existentes no âmbito da CNEN – CORE	OB1, OB2 e OB3	Desenvolvimento de Plataforma Integradora de nome CORE – Consórcio de Repositórios da área Nuclear			X			
Integração dos repositórios ao sistema archivematica	OB2	Repositórios CORE Confiável				X	X	
Modelagem de Sistema CRIS	OB3	Plataforma de consulta à informações sobre as pesquisas desenvolvidas em toda a CNEN				X		
Integração do CORE ao sistema CRIS	OB3	Plataforma integrada de dados de pesquisa e informações sobre as pesquisas realizadas na CNEN						X

**Cronograma de Atividades**

Atividades	METAS				
	2019	2020	2021	2022	2023
	1	2	1		
Atualização de versão do sistema dSpace atualmente utilizado como plataforma para o repositório Carpe diem	X				
Modelagem do sistema dSpace para preservação do conhecimento gerado em outras unidades da CNEN, como Sede e IRD	X	X			
Integração dos repositórios existentes no âmbito da CNEN - CORE		X			
Lançamento do CORE – Consórcio de Repositórios da área Nuclear			X		
Lançamento do CORE Confiável				X	
Lançamento da Plataforma Integrada de dados de informação sobre a pesquisa					X

**Produtos**

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	2019	2020	2021	2022	2023
CORE – Plataforma Integrada para Gestão e Preservação do Conhecimento Nuclear Brasileiro	OB1, OB2 e OB3	Acesso Via Web da produção científica de toda a CNEN		X	X		
Integração dos repositórios ao sistema archivematica	OB2	Repositório integrado					X
Modelagem de Sistema CRIS	OB3	Sistema CRIS modelado					X

Pesquisa em Gestão do Conhecimento Nuclear	OB1, OB2 e OB3	Artigos publicados		X	X	X	X
---	----------------	--------------------	--	---	---	---	---

### Resultados Esperados

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	2019	2020	2021	2022	2023
Ambiente de difusão do conhecimento Nuclear	OB2	Acesso Via Web da produção científica de toda a CNEN		X	X	X	X

### Referências Bibliográficas

DE VASCONCELLOS VIANNA, Sheila Maria; DE CARVALHO, Rogerio Atem. Benefícios da implantação de repositório institucional na preservação da memória institucional. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação-FEBAB**. 2013. p. 4733-4748.

DIRECTORY OF OPEN ACCESS REPOSITORIES. (s.d.). *OpenDOAR*. Acesso em Novembro de 2016, disponível em <http://www.opendoar.org/>

DSPACE. <http://www.dspace.org/introducing>. Acesso em out de 2018, disponível em DSPACE.ORG:[http://www.dspace.org/sites/dspace.org/files/media/Dspace%20Diagram\\_0.pdf](http://www.dspace.org/sites/dspace.org/files/media/Dspace%20Diagram_0.pdf).

DURASPACE. (2016). *DURASPACE*. Acesso em novembro de 2016, disponível em <https://wiki.duraspace.org>  
 DuraSpace. (2016). *DuraSpace History*. Acesso em 2016, disponível em DURASPACE.ORG:  
<http://www.duraspace.org/history>.

FONSECA, E. N. (2007). *Introdução à Biblioteconomia* (2 ed.). Brasília: Briquet de Lemos.

IBICT. (2016). *Sobre Repositórios Digitais*. Acesso em 14 de Novembro de 2016, disponível em IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia: <http://www.ibict.br/informacao-para-ciencia-tecnologia-e-inovacao%20/repositorios-digitais>

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IBICT Repositórios digitais. Site institucional. Brasília: 2009. Disponível em: <http://www.ibict.br/informacao-para-ciencia-tecnologia-e-inovacao%20/repositorio-digitais-digitais> >Acesso em out. 2018.

KURAMOTO, H. **Acesso livre**: como tudo começou. Brasília, 2012. Blog. Disponível em: <Acesso em: out. 2018.

LEITE, F. C. (2009). *Como gerenciar e ampliar a visibilidade da informação científica brasileira: repositórios institucionais de acesso aberto*. Brasília: Ibict.

REGISTRY OF OPEN ACCESS REPOSITORIES. (s.d.). *ROAR*. Acesso em Novembro de 2016, disponível em <http://roar.eprints.org/>.



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



RODRIGUEZ-GAIRÍN, J. M., & DUESA, A. S. (2008). DSpace: un manual específico para gestores de la información y la documentación. *BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació*(20). Acesso em novembro de 2016, disponível em <http://bid.ub.edu/20rodri2.htm>

SAYÃO, L. F., & MARCONDES, C. H. (2009). Softwares livres para repositórios institucionais: alguns subsídios para a seleção. In: L. Sayão, L. B. Toutain, F. G. Rosa, & C. H. Marcondes (Eds.), *Implantação e gestão de repositórios institucionais: políticas, memória, livre acesso e preservação* (pp. 23-54). Salvador: EDUFBA.

SILVA, T. E., & TOMAÉL, M. I. (2008). Repositórios Institucionais e o Modelo Open. In: M. I. Tomaél, *Fontes de Informação na Internet* (pp. 123-149). Londrina: EDUEL.

SOBRAL, Renato Machado; DOS SANTOS, Cibele Araújo Camargo Marques. Repositórios institucionais digitais de informação científica: implementação com o software Dspace como solução técnica. *PRISMA. COM*, n. 35, p. 152-184, 2018.

## INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR - IEN

**TÍTULO DO PROJETO: Produção de Novos Radiofármacos Pósitron Emissores**

**CÓDIGO DO PROJETO: 1.1.2**

**Coordenadores do projeto: ANA MARIA SILVEIRA BRAGHIROLI e CINTIA DE ANDRADE CUSTODIO**

### Introdução

#### Introdução

O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) é um dos cinco institutos de pesquisa da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), localizado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ foi o primeiro do País e é o único do Estado do Rio de Janeiro capaz de suprir radiofármacos produzidos em Cíclotron para serviços de medicina nuclear.

Seguindo as tendências mundiais, a produção de radiofármacos do IEN iniciou a pesquisa e desenvolvimento pósitron emissores, insumo básico para exames de Tomografia por Emissão de Pósitron, da sigla em inglês *Positron Emission Tomography* (PET). Esta técnica vem sendo considerada uma revolução da medicina moderna, mais especificamente na medicina nuclear. A consolidação de uma produção rotineira de radiofármacos emissores de pósitrons na rotina médica possibilita à sociedade uma tecnologia que se baseia no diagnóstico de células tumorais em estágio inicial e com isso a real avaliação da conduta médica no estadiamento de tumores e aumento de possibilidade de cura para o paciente

Dentre as moléculas marcadas com F-18, a 2-[<sup>18</sup>F]fluoro-2-deoxi-D-glicose (18-FDG) é o traçador PET mais utilizado em áreas como cardiologia, neurologia e oncologia. Seu mecanismo de captação se baseia na absorção da glicose, que é a principal fonte de energia para muitos processos biológicos. Entretanto, o 18-FDG não é tumor específico e também há o seu acúmulo em alguns tumores benignos e processos inflamatórios, como sarcoidose e doenças inflamatórias pulmonares acarretando em diagnósticos falsos positivos.

Devido a estas características, ocorre a real necessidade de síntese de novos radiofármacos com características químicas diferentes, de modo que o diagnóstico de câncer possa ser realizado de forma sensível e específica.

Dentro deste contexto, o presente projeto da Divisão de Radiofármacos do IEN propõe o desenvolvendo de um conjunto de novos radiofármacos pósitron emissores marcados com F-18, e Ga-68, fluorotimidina (18-FLT) para proliferação tumoral, fluor estradiol (18-F-estradiol) para diagnóstico de câncer de mama e <sup>68</sup>Ga dotatate –um peptídeo análogo da somatostatina com alta afinidade/especificidade por receptores de somatostatina com aplicação para diagnóstico de tumores neuroendócrinos.

### 1.3 - Objetivo Geral

Desenvolver e otimizar os processos de produção de novos radiofármacos pósitron emissores e seu controle de qualidade, visando a continuidade de sua produção no IEN bem como a redução de custos no sistema de saúde pública através diagnósticos médicos mais precisos e rápidos.

Objetivo Específico 1:



Estudar diferentes estratégias sintéticas em função da estrutura química da molécula a ser estudada.

Objetivo Específico 2:

Desenvolver e otimizar os métodos de produção de F-timidina, flúor estradiol e <sup>68</sup>Ga-dotate

Objetivo Específico 3

Definir e Implementar o Controle de Qualidade <sup>18</sup>F-timidina, <sup>18</sup>F estradiol e <sup>68</sup>Ga-dotate

Objetivo 4

Elaborar e executar o protocolo de ensaios pré clínicos dos novos radiofármacos desenvolvidos

Objetivo Específico 5:

Promover capacitação e treinamento em marcação de flúor timidina, flúor estradiol e peptídeos marcados com Ga-68 da equipe envolvida.

## 1.4 - Insumos

### 1.4.1 – Custeio

No âmbito do projeto está prevista a realização de missões com outras instituições de pesquisa e ou institutos da CNEN para troca de experiências específicas da marcação de moléculas com F-18 e <sup>68</sup>Ga.

a) apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;

b). Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Reuniões Técnicas com outras instituições envolvidas	Diárias	15.000,00
Reuniões Técnicas com outras instituições envolvidas	Passagens	15.000,00
Participação, com apresentação de trabalhos, em congressos científicos	Diárias	5.000,00
Participação, com apresentação de trabalhos, em congressos científicos	Passagens	5.000,00

### 1.4.2 – Bolsa

Para o desenvolvimento dos objetivos específicos descritos, faz-se necessária a contratação de um profissional com graduação em química com experiência em metodologias analíticas e produção de radioisótopos

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
Tecnologia de Processos Químicos	Produção de Radioisótopos	1,2,3,4	PCID-D	60	1

### 1.5 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto.

	Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
				2019	2020	2021	2022	2023
1	Elaboração da time list para programação do módulo de síntese	2	Time list executada e aprovada	X				
2	Definição da rota sintética do novo radiofármaco	1	Rota sintética definida e executada	X	X	X	X	
3	Desenvolvimento e otimização de metodologias sintéticas de marcação	2	Metodologia Sintética definida	X	X	X	X	
4	Desenvolvimento e otimização de metodologias analíticas	3	Metodologia Sintética definida	X	X			
5	Validação de metodologias Analíticas	3	Metodologias Validadas	X	X			
6	Elaboração e execução de Protocolos de testes Pré-Clínicos	4	Protocolos executados			X	X	
7	Avaliação dos Resultados e divulgação	5	Submissão de artigos para revistas internacionais, publicação e participação em congressos			X		X

### 1.6 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Elaboração da time list para programação do módulo de síntese	X	X									
Definição da rota sintética do novo radiofármaco	X	X	X	X	X	X	X	X			
Desenvolvimento e otimização de metodologias sintéticas de marcação	X	X	X	X	X	X	X	X			
Desenvolvimento e otimização de metodologias analíticas	X	X	X	X							
Validação de metodologias Analíticas	X	X									
Elaboração e execução de Protocolos de testes Pré-Clínicos					X	X	X	X			
Avaliação de resultados e divulgação e divulgação					X	X			X	X	

### 1.7 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas					
			2019	2020	2021	2022	2023	
Testes de produção e controle de qualidade de novos radiofármacos executados com sucesso;	2,3	Novos Radiofármacos PET obtidos com pureza química, radioquímica e radionuclídica adequadas		X	X	X		

Protocolo de testes pré-clínicos dos novos radiofármacos elaborados e	4	Protocolo de testes pré-clínicos dos novos radiofármaco Executado			X	X	
Disponibilização do novo radiofármaco para mercado sob demanda	1,2,3,4	Clientes atendidos			X	X	
Elaboração de trabalho em congresso	5	Divulgação de trabalho em congresso			X		X
Elaboração de artigo científico	5	Artigo submetido a revista científica			X		X

### 1.8 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada<sup>1</sup>.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Disponibilização do novo radiofármaco para comunidade médica sob demanda	1,2,3,4	Novos Radiofármacos PET obtidos com pureza química, radioquímica e radionuclídica adequadas			X	X	
Participação e eventos científicos e de divulgação	5	Certificados de Participação			X		X

<sup>1</sup> Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, volume 1, IPEA, 2018.

Publicação e divulgação dos resultados	5	Submissão de artigos para revistas internacionais, publicação e participação em congressos				X	X
--	---	--	--	--	--	---	---

## Laboratório Associado de Plasma-LAP,

## Fusão Nuclear - Tokamak ETE

## Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE

**TÍTULO DO PROJETO: Pesquisa e Desenvolvimento em Fusão Nuclear por Confinamento Magnético com vistas à Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear.**

**CÓDIGO DO PROJETO: 1.1.3**

**Coordenador do projeto: Dra. Maria Célia**

### 1.2 – Introdução

A fusão termonuclear controlada demanda grandes avanços tecnológicos para se tornar uma fonte de geração de energia economicamente aceitável, mas oferece uma ótima perspectiva como fonte duradoura de energia ao mesmo tempo em que simplifica questões como segurança, disponibilidade de energia e eliminação de resíduos. Aqui no Brasil, as atividades de fusão em âmbito federal se desenvolvem atualmente no grupo de fusão do Laboratório Associado de Plasma do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (LAP/INPE), em torno do Experimento Tokamak Esférico (ETE), que posteriormente será transferido para as instalações do futuro Laboratório de Fusão Nuclear (LFN). Este laboratório será implantado na mesma área em que ficará o Reator Multipropósito Brasileiro - RMB, em Iperó-SP, sob responsabilidade da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (DPD/CNEN).

Dentro deste contexto, as atividades do projeto aqui proposto se desenvolverão em torno do esforço para implantação do LFN e para a adequação do ETE a fim de que se torne a primeira máquina a ser operada no laboratório em questão. Posteriormente, prevê-se que esta máquina seja substituída por outra de maior porte, mais compatível com um laboratório de âmbito nacional dedicado à pesquisa em Fusão Nuclear, caráter que se pretende atribuir a este novo centro de pesquisa. A implementação do LFN conta com recursos oriundos de um convênio FINEP que possibilitou, no último ano, o desenvolvimento do projeto de engenharia das edificações e instalações do referido laboratório. Além disso, conta com recursos previstos no PPA 2016-2019 alocados na Ação 20UX, denominada “Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares” e na Ação 13CN, denominada “Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear”, dedicada especificamente ao estabelecimento de um laboratório de fusão nuclear no âmbito da CNEN, como deixa claro sua denominação.

O ETE, por sua vez, consiste num dispositivo de confinamento magnético que tem por objetivo explorar a física dos plasmas de baixa razão de aspecto, desenvolver diagnósticos de plasmas quentes, investigar as condições da borda do plasma, estudar métodos de aquecimento e geração de corrente por radiofrequência em tokamaks, e acompanhar os avanços internacionais na área. O presente projeto faz parte do esforço para incrementar os parâmetros operacionais desta máquina e melhorar o conjunto de diagnósticos nela instalados, visando prepará-la para sua transferência ao LFN. Além disso, pretende-se desenvolver estudos

teóricos de plasmas de tokamaks visando à prospecção do novo experimento a ser instalado no LFN em substituição ao ETE.

## 1.2 – Objetivo Geral

O objetivo geral desse projeto é contribuir para as ações básicas necessárias para implantação do Laboratório de Fusão Nuclear - LFN, da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da CNEN, no campus do Reator Multipropósito Brasileiro, em Iperó-SP.

A implantação do LFN, entre outros importantes empreendimentos da CNEN, possibilitará ao País obter uma infraestrutura essencial às ambições tecnológicas que a sociedade almeja na área nuclear. A implantação do LFN, em particular, há muitos anos perseguida e prestes a ser viabilizada, trará contribuição inestimável para o desenvolvimento de tecnologias importantes na área de fusão nuclear a serem aproveitadas no futuro para a geração de energia limpa e segura ou, alternativamente, em outros setores tecnológicos como no desenvolvimento de reatores híbridos fissão-fusão. O projeto aqui apresentado contribuirá para a continuidade da operação do Experimento Tokamak Esférico (ETE), primeira máquina a ser operada no LFN e, em consequência, auxiliará também no processo de formação de pessoal na área. Além disso, contribuirá decisivamente para a prospecção do novo experimento a ser instalado no LFN em substituição ao ETE.

Especificamente, as ações a serem subsidiadas neste projeto são as seguintes.

- Contribuir para atualização e adequação de um dispositivo experimental de fusão nuclear, atualmente instalado no INPE, denominado Experimento Tokamak Esférico - ETE, com vistas à sua futura transferência para o Laboratório de Fusão Nuclear. Esta adequação prevê a atualização de diversos subsistemas do ETE, bem como a melhora em diversos sistemas de diagnósticos instalados na máquina.
- Prospecção de um dispositivo adequado para ser instalado no LFN após a fase inicial de operação do ETE.

A operação do tokamak ETE demanda uma enorme quantidade de serviços de eletrônica, cujo desenvolvimento requer a participação de profissionais de nível técnico com área de atuação voltada para medidas elétricas, magnéticas e eletrônicas; instrumentação; circuitos elétricos, magnéticos e eletrônicos. As atividades previstas requerem conhecimento para a fabricação de circuitos elétricos e eletrônicos a serem utilizados, inclusive, em sistemas de alta tensão. Entre estas atividades, destaca-se a utilização dos circuitos pulsadores, um tipo frequente de circuito que encontra ampla aplicação em um tokamak, em diversas situações que envolvem a necessidade de pulsos rápidos de tensão com valores que extrapolam os regimes mais habituais de tensão e corrente. Seja no acionamento de chaves eletrônicas de potência para utilização no controle da descarga dos bancos de capacitores, ou em diversas outras aplicações específicas, no âmbito dos diversos sistemas de diagnóstico, o domínio de técnicas corretas para o desenvolvimento e uso deste tipo de circuito constitui-se em know-how precioso, indispensável para a obtenção de bons resultados.

Além disso, a atividade prevê o desenvolvimento de uma série de circuitos que poderão tornar-se potencialmente necessários na retomada da operação deste tokamak. Dentre estes circuitos destacam-se, por exemplo, os componentes transmissores e receptores de um sistema de distribuição de sinais de gatilho a ser utilizado para o acionamento de novos nós do sistema de aquisição de dados, já adquiridos, cujos canais serão utilizados por novos diagnósticos em processo de implementação. Outro tipo de circuito cujo desenvolvimento poderá ser requerido dependendo das decisões que forem tomadas no que se refere ao desenvolvimento do diagnóstico por feixe de lítio, consistirá na eletrônica necessária para a automatização da operação do diagnóstico e no desenvolvimento de moduladores de tensão que, apropriadamente aplicados aos eletrodos do canhão onde o feixe é gerado, permitirão que o mesmo seja operado em regime pulsado ao invés de contínuo. Além disso, haverá demanda também por circuitos como estágios de amplificação de sinal, com ou sem isolamento óptica, fontes de tensão de diversos níveis de saída, amplificadores de potência para aplicação de sinais de varredura ou chaveamento em sondas eletrostáticas, etc.

As melhorias na máquina para a sua transferência ao LFN deverá se iniciar com aprimoramentos no banco de capacitores que gera o campo magnético toroidal. Neste contexto, a atividade aqui prevista prevê, por exemplo, da montagem de chaves eletromagnéticas seccionadoras, assim como, de sistemas de sustentação e compressão de semicondutores para alta potência. Todas essas atividades fazem parte da primeira ação a ser subsidiada no presente projeto conforme listada anteriormente.

Já no tópico de prospecção do novo experimento do LFN que substituirá o ETE, prevê-se a realização de diversos estudos de modelagem em diferentes configurações de plasmas de tokamak, cálculos de equilíbrio e controle do plasma, dimensionamento e projetos de bobinas e desviadores em tokamaks, e estudos para a análise de desempenho de reatores à fusão. Esta atividade requer profissional experiente e de alto nível, com experiência em modelagem teórica e simulação numérica de plasmas, além de conhecimento de aspectos tecnológicos do experimento. A atividade prevê a formulação e o desenvolvimento de modelos de equilíbrio e controle do plasma de tokamaks, incluindo configurações de baixa razão de aspecto, além de análises termomecânicas nesses dispositivos. É desejável, ainda, que o candidato tenha experiência em acompanhamento de projetos e esteja apto a participar na prospecção do novo dispositivo que deverá tornar-se o principal foco de atuação do Laboratório de Fusão Nuclear (LFN) da CNEN. Há também interesse em que o candidato participe na formação de pessoal para o LFN.

Quanto à divulgação de resultados espera-se que se dê na forma de apresentação de relatórios técnicos com a descrição dos diversos circuitos e dispositivos a serem desenvolvidos para otimização da operação do experimento e de diagnósticos do ETE, no caso do trabalho destinado a profissional de nível técnico, e na forma de relatórios técnico-científicos, publicações de artigos e notas de aula, no caso da bolsa de mais alto nível. Espera-se que seja criado um sistema de publicações técnicas do Laboratório de Fusão Nuclear (LFN) que permita o armazenamento digital destes relatórios para consultas futuras.

Objetivo Específico 1:



Estudos teóricos e modelagem de plasmas em tokamaks, em diferentes configurações, e análises termomecânicas nesses dispositivos com vistas à prospecção de novo experimento para o LFN.

O foco das atividades neste objetivo estará voltado ao desenvolvimento de modelos com vistas ao controle do equilíbrio do plasma de tokamaks, com possível inclusão de ponto X; análise do desempenho de reatores à fusão; cálculo da refrigeração de desviadores em máquinas do tipo tokamak; e cálculo das tensões em bobinas magnéticas nesses dispositivos. Estes estudos auxiliarão decisivamente na prospecção da nova máquina a ser instalada no LFN.

**Objetivo Específico 2:** Montagem de circuitos eletroeletrônicos de interesse para a operação e adequação do tokamak ETE e seus diagnósticos.

O foco das atividades com tal objetivo estará concentrado na disponibilização de diversos módulos eletrônicos de interesse tanto para os sistemas de diagnóstico do ETE como para os sistemas de potência pulsada e de controle empregados na operação deste tokamak; no desenvolvimento de circuitos auxiliares para uso dos mesmos sistemas; e na disponibilização de circuitos de gatilho e de interfaces de conexão para implantação de novos canais do sistema de aquisição de dados do ETE.

## 1.4 – Insumos

### 1.4.1 – Custeio

Recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

- Apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;
- Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participações em cursos	Diárias e passagem	0
Visitas Técnicas de interesse do Projeto	Diárias e passagem	0
Trazer especialista ou consultor	Diárias e passagem	0

### 1.4.2 – Bolsas

Para o desenvolvimento do Projeto aqui proposto será necessária a alocação de bolsas PCI para agregação de pesquisadores e técnicos segundo os perfis descritos abaixo:

**Objetivo Específico 1:**

Deseja-se profissional com Doutorado de pelo menos 10 anos na área de Física de Plasmas com experiência em modelagem teórica e simulação numérica de plasmas. Espera-se que o candidato trabalhe na formulação e no desenvolvimento de modelos de equilíbrio e controle do plasma de tokamaks, incluindo configurações de baixa razão de aspecto, e desenvolva análises termomecânicas nesses dispositivos. Além disso, é desejável que o candidato tenha experiência em acompanhamento de projetos e esteja apto a participar na prospecção do novo dispositivo que deverá tornar-se o principal foco de atuação do Laboratório de Fusão Nuclear (LFN) da CNEN. Há também interesse que o candidato participe na formação de pessoal para o LFN.

#### Objetivo Específico 2:

Deseja-se profissional com formação técnica em eletrônica há pelo menos 02 anos, com área de atuação voltada para medidas elétricas, magnéticas e eletrônicas; instrumentação; circuitos elétricos, magnéticos e eletrônicos. O candidato deve ter conhecimento para a fabricação de circuitos elétricos e eletrônicos a serem utilizados, inclusive, em sistemas de alta tensão.

Formação Acadêmica/ Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	quantidade
Técnico em Eletrônica	Medidas elétricas, magnéticas e eletrônicas; instrumentação; circuitos elétricos, magnéticos e eletrônicos	2	D-E	60	01

### 1.5 – Atividades de Execução

As atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto estão listadas na tabela a seguir:

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Atividade 1: Desenvolvimento de modelos para o equilíbrio do plasma de tokamaks	1	% de execução	100				

Atividade 2: Introdução de perturbação do equilíbrio em tokamaks	1	% de execução		100			
Atividade 3 Desenvolvimento de modelo para controle do plasma em tokamak	1	% de execução			100		
Atividade 4: Modelo de refrigeração da coluna central de um tokamak compacto	1	% de execução	100				
Atividade 5: Modelo termomecânico e de circuito da bobina toroidal	1	% de execução		100			
Atividade 6: Modelo para a refrigeração de desviadores em tokamaks	1	% de execução				100	
Atividade 7: Análise do desempenho de reatores à fusão	1	% de execução					100
Atividade 8 Formulação da Física de Plasmas: teoria de partículas e fluidos	1	% de execução					100
Atividade 9: Circuitos para aplicação de pulsos rápidos de alta tensão/alta corrente: Testes de Funcionamento em bancada	2	% de execução	100				
Atividade 10: Circuitos para aplicação de pulsos rápidos de alta tensão/alta corrente: Testes de Utilização no ETE	2	% de execução		100			
Atividade 11: Manutenção e aprimoramento de sistemas de diagnóstico de plasma: desenvolvimento exploratório para identificação de diagnósticos a serem aprimorados por intermédio de circuitos eletrônicos.	2	% de execução	100				

Atividade 12: Manutenção e aprimoramento de sistemas de diagnóstico de plasma: desenvolvimento e implementação de circuitos para aprimoramento do primeiro diagnóstico selecionado	2	% de execução	100				
Atividade 13: Manutenção e aprimoramento de sistemas de diagnóstico de plasma: desenvolvimento de circuitos para aprimoramento do segundo diagnóstico.	2	% de execução		100			
Atividade 14: Manutenção e aprimoramento de sistemas de diagnóstico de plasma: implementação e testes de circuitos para aprimoramento do segundo diagnóstico.	2	% de execução			100		
Atividade 15: Manutenção e aprimoramento de sistemas de diagnóstico de plasma: desenvolvimento de circuitos para aprimoramento do terceiro diagnóstico.		% de execução				100	
Atividade 16: Manutenção e aprimoramento de sistemas de diagnóstico de plasma: implementação e testes de circuitos para aprimoramento do terceiro diagnóstico.	2	% de execução					100
Atividade 17: Circuitos auxiliares para expansão do sistema de aquisição de dados do ETE: desenvolvimento e montagem de circuitos para adição de 32 novos canais.	2	% de execução	100				

Atividade 18: Circuitos auxiliares para expansão do sistema de aquisição de dados do ETE: testes, retrabalho (se necessário) e implementação final de circuitos para adição de 32 novos canais ao sistema.	2	% de execução		100			
Atividade 19: Circuitos auxiliares para expansão do sistema de aquisição de dados do ETE: desenvolvimento e montagem de circuitos para acrescentar novo conjunto com mais 32 canais.	2	% de execução		100			
Atividade 20: Circuitos auxiliares para expansão do sistema de aquisição de dados do ETE: testes, retrabalho (se necessário) e implementação final de circuitos para acrescentar ao sistema um novo conjunto com 32 canais.	2	% de execução		100			

### 1.6 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	X	X								
Atividade 2			X	X						
Atividade 3					X	X				
Atividade 4	X	X								
Atividade 5			X	X						
Atividade 6							X	X		
Atividade 7									X	X
Atividade 8									X	X

Atividade 9	X	X								
Atividade 10			X	X						
Atividade 11	X									
Atividade 12		X								
Atividade 13			X	X						
Atividade 14					X	X				
Atividade 15							X	X		
Atividade 16									X	X
Atividade 17	X	X								
Atividade 18			X	X						
Atividade 19					X	X				
Atividade 20							X	X		

### 1.7 – Produtos

Os frutos diretos e quantificáveis das atividades deste projeto, a serem entregues no decorrer do de seu desenvolvimento, deverão ser os seguintes:

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Modelo de Equilíbrio de Plasma realizado	1	Relatórios técnico-científicos	2				
		Submissão de artigo científico		1			
Modelo de Controle do Plasma realizado	1	Relatórios técnico-científicos		1	1		
		Submissão de artigo científico			1		
Modelo termomecânico e de circuito da bobina toroidal realizado	1	Relatórios técnico-científicos	1	1			
Modelo para refrigeração de desviadores em tokamaks realizado	1	Relatórios técnico-científicos				1	
Projeto Conceitual de Reator à Fusão finalizado	1	Relatórios técnico-científicos					1

Formulação em Física de Plasmas apresentada	1	Notas de aula			1	1	1
Sistemas de diagnósticos do ETE aprimorados	2	No. de diagnósticos aprimorados	1		1		1
Sistema de aquisição de dados ampliado	2	No. de canais adicionados ao sistema		32		32	
Relatórios técnico-científicos	2	No. de relatórios	1		1		1

### 1.8 – Resultados Esperados

As mudanças diretamente decorrentes da intervenção realizada por este projeto, compatíveis com seus objetivos gerais, deverão ser observadas sobretudo no âmbito da própria instituição e de sua equipe, como indicado na tabela a seguir:

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores*	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Capacitação institucional para modelagem de máquinas tipo tokamak	1	Melhora na Modelagem de tokamaks após a última aferição segundo documentação científica apresentada (SIM/NÃO)			SIM		SIM
Contribuição para o aprimoramento dos parâmetros operacionais, dos diagnósticos e do sistema de aquisição de dados do ETE para sua transferência ao LFN	2	Aprimoramento do ETE após a última aferição segundo documentação científica apresentada (SIM/NÃO)			SIM		SIM

## INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - IPEN

### Repositórios de Rejeitos de baixo e médio níveis de radiação - RBMN

**TÍTULO DO PROJETO: Sintetização e caracterização de materiais cerâmicos sintéticos para a imobilização de rejeitos radioativos de médio e alto nível.**

**CÓDIGO DO PROJETO: 1.1.4**

**Coordenador do projeto:** Dr. Artur Wilson Carbonari

#### 1.2 – Introdução

Uma das formas mais eficientes de imobilização de rejeitos radioativos é a sua incorporação como constituinte de materiais sólidos estáveis, ou seja, que o elemento radioativo substitua um dos elementos presentes no sólido em sua estrutura cristalina[1,2]. Assim, em concordância com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016|2022 (p. 110), neste projeto o objetivo é o uso de uma técnica nuclear para a investigação em escala atômica de materiais óxidos sólidos candidatos a imobilização de rejeitos radioativos por meio da medida experimental e cálculos de primeiros princípios das interações hiperfinas (HFI). Investigaremos a estabilidade química e estrutural e a possível criação de defeitos pontuais quando da incorporação de átomos com núcleos radioativos ao material. Óxidos com estrutura perovskita e pirocloro são considerados bons candidatos para a imobilização de longo prazo na forma sólida de rejeitos radioativos devido a suas propriedades estruturais e estabilidade química[3]. Os materiais investigados neste projeto são óxidos metálicos com estrutura perovskita do tipo  $ABO_3$  onde o elemento A ou B podem ser substituídos por lantanídeos ou actinídeos e óxidos com estrutura pirocloro de fórmula química  $A_2B_2O_7$  onde o elemento A pode ser substituído total ou parcialmente por um lantanídeo ou actinídeo. As amostras serão sintetizadas por um método químico que será adaptado, os melhores candidatos são o método de coprecipitação e o método sol-gel. A estrutura cristalina e tamanho dos cristalitos pela difração de raios X (DRX). Será usada a espectroscopia de correlação angular gama-gama perturbada (PAC) para realizar as medidas experimentais em amostras com e sem receberem dose de radiação. Nesta técnica, núcleos de prova radioativos são introduzidos no material para medidas de interações hiperfinas. Os cálculos de primeiros princípios a serem realizados são baseados na teoria do funcional de densidade (DFT). Pelo fato de ser uma técnica nuclear, a espectroscopia PAC possui grande precisão e eficiência na medida das interações numa escala atômica, constituindo uma ferramenta ideal para a investigação de fenômenos estruturais pontuais, como a influência de defeitos nas propriedades macroscópicas dos materiais ou a vizinhança local de átomos metálicos na estrutura de óxidos e possíveis distorções estruturais. Estamos realizando experimentos com óxidos de alguns lantanídeos e comparar os resultados com os cálculos. Uma vez validados os cálculos para estes elementos, pretende-se calcular para os demais elementos lantanídeos, estabelecendo assim, um novo processo de pesquisa nesta área.

Foram realizadas medidas experimentais PAC preliminares de óxidos pirocloros  $La_2Ti_2O_7$ ,  $Gd_2Ti_2O_7$  e  $Yb_2Ti_2O_7$  e óxidos perovskitas  $(LaBa)MnO_3$  e  $(LaBa)CoO_3$  com núcleos de prova radioativos de  $^{111}In$  no IPEN e  $^{111m}Cd$  implantados no CERN, Genebra. O  $^{111}In$  decai para o  $^{111}Cd$  no qual é feita a medida PAC no IPEN, as medidas PAC com  $^{111m}Cd$  foram realizadas no laboratório ISOLDE do CERN. O Cd é um íon pesado e simula bem um átomo radioativo incorporado ao material. Os experimentos foram um grande sucesso e os resultados estão sendo analisados e estamos aguardando os resultados dos cálculos de primeiros princípios, que são muito demorados. Pretendemos, nesta nova etapa investigar materiais com volumes cristalinos maiores substituindo o Ti pelo Hf nas amostras de óxido pirocloro e óxidos perovskitas com Bi e



Ca. Pretendemos também submeter os materiais a altas doses de radiação no irradiador de Co e no reator IEA-R1.

Equipe:

Dr. Artur Wilson Carbonari, doutor pesquisador do IPEN, coordenador do projeto;

Dr. Luciano Fabricio Dias Pereira, doutor bolsista de pós-doutorado, especialista em cálculos de primeiros princípios.

### 1.3 - Objetivo Geral

O objetivo geral do presente projeto é a investigação sistemática de propriedades estruturais e estabilidade de óxidos pirocloro e perovskita como candidatos a imobilização de rejeitos radioativos. Amostras de óxidos serão investigadas em duas situações: após a irradiação das amostras com diferentes doses e após a incorporação de núcleos radioativos à estrutura dos óxidos. Nesta última situação, será usada na investigação uma técnica nuclear de caracterização em escala atômica aproveitando a incorporação destes núcleos radioativos em sítios regulares da estrutura cristalina destes óxidos para a medida experimental de interações hiperfinas nestes mesmos núcleos, atuando agora como pontas de prova. Simulações por meio de cálculos de primeiros princípios serão realizadas para investigar a estrutura eletrônica e estabilidade energética da incorporação de impurezas (elementos radioativos) à estrutura cristalina destes óxidos tendo como parâmetro de controle as interações hiperfinas.

Objetivo Específico 1: Sintetizar e caracterizar novos materiais óxidos baseados em cátions metálicos nas estruturas perovskita e pirocloro com as propriedades específicas para uso em imobilização de rejeitos radioativos

Objetivo Específico 2: Estabelecer uma metodologia de preparação por uma via química para obter estes materiais.

Objetivo Específico 3: Investigar em escala atômica, por meio de medidas de interações hiperfinas, mudanças estruturais e formação de defeitos ou outras fases, quando o material é submetido a doses de radiação.

Objetivo Específico 4: Comparar os resultados experimentais com cálculos de primeiros princípios para estabelecer uma metodologia teórica de investigação destes materiais.

### 1.4 - Insumos

#### 1.4.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

- Apoiar a participação de integrantes da equipe do projeto em estágios, cursos ou visitas no País, para aquisição de conhecimentos específicos e necessários ao desenvolvimento do projeto;
- Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita técnica de especialista estrangeiro	5 passagens aéreas	0
Manutenção de especialista estrangeiro	50 diárias	0

#### 1.4.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI por nível necessárias à inclusão destes recursos humanos.

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	quantidade
Mestrado	Físico-química	1, 2, 3 e 4	D-C	60	1

#### 1.5 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Síntese e caracterização de amostras de pirocloro	1, 2	Metodologia de síntese estabelecida, resultados de DRX analisados: possível patente					
2. Irradiação de amostras de pirocloro	3	Amostra irradiada com dose determinada.					
3. Medida de interações hiperfinas em amostras de pirocloro	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
4. Cálculos teóricos dos pirocloros		Comparação com resultados experimentais e publicação em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
5. Síntese de amostras de perovskitas	1, 2	Metodologia de síntese estabelecida, resultados de DRX analisados: possível patente					

6. Irradiação de amostras de perovskita	3	Amostra irradiada com dose determinada					
7. Medida de interações hiperfinas em amostras de perovskita	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
8. Cálculos teóricos dos perovskitas	4	Comparação com resultados experimentais e publicação em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					

### 1.6 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Síntese e irradiação de amostras de pirocloro La <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ,											
Medida experimental de amostras de pirocloro La <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> irradiadas											
Cálculos teóricos dos pirocloros La <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub>											
Síntese e irradiação de amostras de perovskita (La,Ba)MnO <sub>3</sub> e (La,Ba)CoO <sub>3</sub>											
Medida experimental de amostras irradiadas de perovskitas (La,Ba)MnO <sub>3</sub> e (La,Ba)CoO <sub>3</sub>											
Cálculos teóricos das perovskitas (La,Ba)MnO <sub>3</sub> e (La,Ba)CoO <sub>3</sub>											
Síntese de amostras de pirocloros La <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub>											
Medida experimental de amostras de pirocloro La <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub>											

Cálculos teóricos dos pirocloros La <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub>										
Síntese de amostras de perovskita PbHfO <sub>3</sub> e LaHfO <sub>3</sub>										
Medida experimental de amostras perovskita PbHfO <sub>3</sub> e LaHfO <sub>3</sub>										
Cálculos teóricos das perovskita PbHfO <sub>3</sub> e LaHfO <sub>3</sub>										
Irradiação de amostras de pirocloro La <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub>										
Medida experimental de amostras de pirocloro La <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> irradiadas										
Irradiação de amostras de perovskita PbHfO <sub>3</sub> e LaHfO <sub>3</sub>										
Medida experimental de amostras irradiadas de perovskita PbHfO <sub>3</sub> e LaHfO <sub>3</sub>										

### 1.7 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Patente de sintetização de pirocloro	1 e 2	Metodologia de síntese estabelecida, resultados de DRX analisados					
Patente de sintetização de perovskitas	1 e 2	Metodologia de síntese estabelecida, resultados de DRX analisados					
Artigo sobre medidas experimentais de pirocloros La <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> publicado	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre medidas experimentais de perovskitas (La,Ba)MnO <sub>3</sub> e (La,Ba)CoO <sub>3</sub> publicado	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					

Artigo sobre cálculos teóricos de pirocloros La <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> O <sub>7</sub> publicado	4	Comparação com resultados experimentais e publicação em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre cálculos teóricos de perovskitas (La,Ba)MnO <sub>3</sub> e (La,Ba)CoO <sub>3</sub> publicado	4	Comparação com resultados experimentais e publicação em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre medidas experimentais de pirocloros La <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> publicado	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre medidas experimentais de perovskitas PbHfO <sub>3</sub> e LaHfO <sub>3</sub> publicado	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre cálculos teóricos de pirocloros La <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Gd <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Yb <sub>2</sub> Hf <sub>2</sub> O <sub>7</sub> publicado	4	Comparação com resultados experimentais e publicação em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre cálculos teóricos de perovskitas PbHfO <sub>3</sub> e LaHfO <sub>3</sub> publicado	4	Comparação com resultados experimentais e publicação em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre pirocloros irradiados publicado	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					
Artigo sobre pirocloros irradiados publicado	3	Espectros PAC analisados e publicados em artigos científicos ou apresentados em conferencias específicas					

### 1.8 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023

Consolidação de linha de pesquisa em imobilização de rejeitos em óxidos no IPEN	3	Espectros PAC analisados					
Metodologia de investigação de imobilização de rejeitos em óxidos estabelecida	4	Comparação com resultados teóricos/ experimentais					
Pesquisador especialista em imobilização de rejeitos em óxidos formado	3 e 4	Comparação com resultados teóricos/ experimentais					

#### Referências Bibliográficas

[1] W. J. Weber et al. J. Mat. Res. 13(1998)1434.

[2] Record of Decision for the Storage and Disposition of Weapons-Usable Fissile Materials Final Programmatic Environmental Impact Statement (U.S. Department of Energy, Washington, DC, January 14, 1997).

[3] R.C. Ewing et al. J. Appl. Phys. 95(2004)5949

## DIRETORIA DE radioproteção e SEGURANÇA NUCLEAR - DRS

**TÍTULO DO PROJETO:** Estudo de metodologias radioanalíticas aplicadas à determinação de isótopos de urânio e tório em amostras de interesse nuclear no LAPOC/CNEN

**PROJETO 1.1.5**

**Coordenador do projeto:** Dr. Rodrigo L. Bonifácio

### Introdução

Urânio e tório são elementos radioativos de ocorrência natural, estando presentes em níveis de baixa atividade em amostras ambientais (água, solo, sedimento, minérios) na forma dos seguintes isótopos: U-238, U-235, U-234, Th-232, Th-230 e Th-228. Eventualmente, processos antropogênicos podem afetar a abundância isotópicas destas espécies, levando à necessidade de medição da concentração de atividade destes radionuclídeos separadamente. Além disso, devido à toxicidade destes elementos, faz-se necessário o monitoramento de ecossistemas, de materiais oriundos de processamento mineiro-industrial e da exposição ocupacional por meio do monitoramento periódico, a qual é normalmente realizada a partir do exame de urina de indivíduos ocupacionalmente expostos [1,2].

Considerando o processo radioanalítico para determinação destas espécies como um todo, o preparo da amostra é considerado uma etapa crítica. Nesta pode ocorrer a contaminação e/ou perda no analito, além de demandar maior tempo e significativo consumo de reagentes. O procedimento de preparo da amostra depende da natureza inda mesma, dos analitos a serem determinados e da técnica a ser utilizada na detecção e quantificação destes analitos. Esta etapa pode envolver a transformação da espécie química de interesse em uma forma apropriada para aplicação do método de determinação escolhido, levando à pré-concentração ou diluição do analito e à remoção de possíveis interferentes [3]. Dentre os principais métodos de preparo de amostra para determinação de isótopos de urânio e tório estão a extração em fase líquida [4] e a extração em fase sólida [5]. Porém, a metodologia mais empregada na atualidade é a extração em fase sólida utilizando resinas cromatográficas [2].

Uma tendência recente na química analítica é o desenvolvimento de métodos analíticos menos agressivos ao meio ambiente, chamada de química analítica verde, cujas principais características consistem na redução do consumo de reagentes, na diminuição da quantidade de resíduos gerados e na minimização dos riscos à saúde humana [6]. Nesta vertente, novos métodos de extração que visam substituir os solventes orgânicos convencionais por solventes de menor toxicidade, tais como os líquidos iônicos e seus derivados, denominados sistemas de microextração com solvente supramolecular, vêm sendo desenvolvidos e mostram grande potencialidade para determinações precisas e exatas, inclusive em concentrações-traços [1,6,7]. A literatura possui poucos relatos abordando a aplicação da microextração com solvente supramolecular para a determinação isotópica de urânio e tório, tornando o tópico atrativo para o desenvolvimento de pesquisas inovadoras na análise destas espécies.

Após a etapa de preparação de amostra, faz-se necessário o emprego de métodos instrumentais para a determinação dos isótopos de urânio e tório nas amostras tratadas. Estas técnicas incluem, mas não se limitam, aos métodos radiométricos (os quais medem a quantidade de partículas radioativas emitidas pelo analito, tais como a espectrometria alfa) e os métodos de espectrometria de massa (dentre os quais a técnica de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado - ICP-MS - é o mais utilizado na atualidade) [7-9].

Os métodos radiométricos apresentam grande sensibilidade e exatidão, sendo possível o uso de traçadores radioativos para correção de eventuais perdas ocorridas durante a marcha analítica [5]. A frequência analítica é uma desvantagem das técnicas radiométricas, cuja aplicação envolve rotinas de preparação e separação da amostra demoradas e trabalhosas, envolvendo etapas de micro-precipitação ou eletrodeposição antes da execução das medidas radiométricas em si [2,8]. Já a espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) é normalmente rápida, requerendo apenas alguns segundos para detecção adequada dos analitos, porém apresenta menor sensibilidade que os métodos radiométricos, sobretudo para radionuclídeos de meia-vida média ou curta [9]. Uma vez que os isótopos de urânio e tório (com exceção do Th-228) que integram o escopo deste projeto apresentam meia-vida maior que  $10^5$  anos, é possível a detecção dos mesmos pelos dois métodos de análise.

Após a determinação das condições ótimas de preparo e determinação dos analitos nas amostras, faz-se necessário a validação dos métodos de ensaio desenvolvidos. Para isto, é fundamental a realização de ensaios para avaliação estatística de parâmetros metrológicos como faixa de trabalho, limite de detecção/quantificação, exatidão, precisão, recuperação e seletividade [10]. Uma estratégia adequada para estimativa do cálculo da incerteza associada aos resultados radioanalíticos também deve ser estudada, permitindo a comparação adequada de resultados obtidos a partir das duas técnicas de análise [11,12].

### 1.3 - Objetivo Geral

O objetivo principal do presente projeto consiste no desenvolvimento e validação de metodologias para o preparo de amostras visando a determinação de isótopos de urânio e tório (U-238, U-235, U-234, Th-232, Th-230 e Th-228) em amostras de interesse nuclear por meio das técnicas de espectrometria de massas por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) e espectrometria alfa.

Os objetivos específicos estão vinculados diretamente ao objetivo geral e são apresentados a seguir:

#### Objetivo Específico 1:

Desenvolver metodologias de extração em fase sólida e pré-concentração de isótopos de urânio e tório (U-238, U-235, U-234, Th-232, Th-230 e Th-228) para amostras ambientais de águas, solo e sedimento.

#### Objetivo Específico 2:

Pesquisar processos de separação e pré-concentração de isótopos de urânio e tório (U-238, U-235, U-234, Th-232, Th-230 e Th-228) empregando sistemas de microextração com solvente supramolecular aplicado a amostras de águas, solo e sedimento.

#### Objetivo Específico 3:

Desenvolver processos de preparação e pré-concentração de amostras para determinação dos analitos de interesse em matrizes complexas, tais como urina, borra de petróleo/materiais betuminosos, ácido fosfórico e intermediários de processo das indústrias do fosfato.





MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



#### Objetivo Específico 4:

Comparar estatisticamente resultados obtidos na determinação de isótopos de urânio e tório pelas técnicas de espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) e espectrometria alfa.

**Objetivo Específico 5:**

Realizar estudos de validação dos métodos desenvolvidos para as matrizes estudadas. Estes estudos exigirão ensaios experimentais que deverão estimar adequadamente faixa de trabalho, limite de detecção/quantificação, estudos de precisão e exatidão para cada uma das espécies analisadas nas diferentes matrizes.

**Objetivo Específico 6:**

Estabelecer novas abordagens para estimativa do cálculo de incerteza dos ensaios validados.

**1.4 - Insumos****1.4.1 – Custeio**

Os materiais, reagentes e insumos necessários para realização dos estudos teóricos e execução de práticas experimentais serão providos pelo LAPOC. Recursos de custeio são necessários no suporte para diárias e passagens destinados com o objetivo de participação em eventos técnico-científicos de intercâmbio junto a outras entidades relevantes na área de química analítica, metrologia e de medições de radiação ionizante. Também foram incluídas despesas para custeio de viagem de pesquisador-visitante com conhecimento em processos de micro-extração com solvente supramolecular, assim como despesas necessárias para treinamento dos integrantes do processo nas técnicas radioanalíticas abordadas no presente projeto.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Participação em Congresso de Metrologia das Radiações Ionizantes	4 diárias e 2 passagens	0
Participação no Encontro Nacional de Organismos de Avaliação de Conforme (ENOAC/INMETRO) – 2019	3 diárias e 2 passagens	0
Participação no INAC 2019 – <i>International Nuclear Atlantic Conference</i>	6 diárias e 4 passagens	0
Participação no Encontro Nacional de Química Analítica - ENQA – 2020	4 diárias e 2 passagens	0
Participação no Encontro Nacional de Organismos de Avaliação de Conforme (ENOAC/INMETRO) – 2021	3 diárias e 2 passagens	0
Viagem de pesquisador visitante	15 diárias e 2 passagens	0
Treinamento de integrantes da equipe	15 diárias e 2 passagens	0

#### 1.4.2 – Bolsas

O quantitativo de bolsas PCI por nível necessárias para realização do projeto é apresentada na tabela a seguir.

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
Técnica	Química	4,5,6	E	60	1

#### 1.5 - Atividades de Execução

As atividades de execução do projeto estão apresentadas na tabela a seguir e contemplam os objetivos específicos mencionados no item 1.3.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Avaliação das condições ótimas de preparação e dissolução de amostras ambientais	1	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico	X				
2. Estudo das condições para purificação de isótopos de urânio e tório a partir de extração em fase sólida, empregando-se coluna cromatográfica	1	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico	X				
3. Avaliação de processos de coprecipitação ou eletrodeposição para análise dos isótopos de interesse por espectrometria alfa em matrizes ambientais	1	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico	X				
4. Otimização dos ajustes instrumentais para determinação dos isótopos de interesse por ICP-MS	1	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico	X				

5. Estudos de validação dos métodos de ensaio desenvolvidos para amostras ambientais pelas técnicas de espectrometria alfa e ICP-MS. Parâmetros: faixa de trabalho, linearidade e precisão	1,5	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico		X			
6. Estudos de validação dos métodos de ensaio desenvolvidos para amostras ambientais pelas técnicas de espectrometria alfa e ICP-MS. Parâmetros: limite de detecção/quantificação, seletividade e exatidão.	1,5	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico		X			
7. Definição de estratégias para estimativa do cálculo de incerteza de medição para amostras ambientais	1,6	Participação em programas de proficiências ou comparações interlaboratoriais		X			
8. Comparação estatística dos resultados obtidos em amostras de solo e sedimento pelos métodos radiométrico e de espectrometria de massa para amostras de solo/sedimento	1,4	Publicação de artigo científico		X			
9. Comparação estatística dos resultados obtidos em amostras de água pelos métodos radiométrico e de espectrometria de massa para amostras de águas	1,4	Publicação de artigo científico			X		
10. Realizar ensaios preliminares em sistemas micelares organizados necessários ao processo de microextração com solvente supramolecular	2	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico			X		
11. Identificar os agentes necessários para microextração com solvente supramolecular de isótopos de urânio	2	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico			X		

12. Aplicação de sistemas de micro-extração supramoleculares desenvolvidos na separação de isótopos de urânio e tório em amostras ambientais	2	Publicação de artigo científico				X	
13. Utilização dos extratos oriundos do processo de microextração supramolecular para determinação dos isótopos de urânio e tório em amostras ambientais	2	Publicação de artigo científico					X
14. Identificação das melhores condições analíticas para preparação e separação dos analitos de interesse em amostras de urina	3	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico					X
15. Identificação das melhores condições analíticas para preparação e separação dos analitos de interesse em amostras de borra de petróleo e materiais betuminosos	3	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico					X
16. Identificação das melhores condições analíticas para preparação e separação dos analitos de interesse em amostras de ácido fosfórico e intermediários de processo das indústrias do fosfato.	3	Elaboração de relatório, parecer ou procedimento técnico					X
17. Estudos de validação dos métodos de ensaio desenvolvidos para determinação de isótopos de urânio e tório em amostras de urina	3,5	Participação em programas de proficiências ou comparações interlaboratoriais					X
18. Estudos de validação dos métodos de ensaio desenvolvidos para determinação de isótopos de urânio e tório em amostras de borra de petróleo e materiais betuminosos	3,5	Publicação de artigo científico					X

19. Estudos de validação dos métodos de ensaio desenvolvidos para determinação de isótopos de Urânio e tório em ácido fosfórico e intermediários de processo das indústrias do fosfato.	3,5	Publicação de artigo científico							X
20. Definição de estratégias para estimativa do cálculo de incerteza de medição para amostras de matrizes complexas	3,6	Participação em programas de proficiências ou comparações interlaboratoriais							X
21. Comparação estatística dos resultados obtidos em amostras de água pelos métodos radiométrico e de espectrometria de massa para amostras de matrizes complexas	3,4	Publicação de artigo científico							X

### 1.6 – Cronograma de Atividades

O cronograma foi estruturado a partir das atividades 1 a 6 descritas na tabela do item 1.5 do presente documento, sendo exibido na tabela abaixo.

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	X									
Atividade 2	X									
Atividade 3		X								
Atividade 4		X								
Atividade 5			X							
Atividade 6			X							
Atividade 7				X						
Atividade 8				X						

Atividade 9					X					
Atividade 10					X					
Atividade 11						X				
Atividade 12						X				
Atividade 13							X			
Atividade 14							X			
Atividade 15								X		
Atividade 16								X		
Atividade 17									X	
Atividade 18									X	
Atividade 19										X
Atividade 20										X
Atividade 21										X

### 1.7 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [13]. Os mesmos são apresentados em função dos objetivos específicos descritos no item 1.3 deste documento.

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Publicação de artigo científico apresentando os resultados obtidos na determinação de isótopos de urânio e tório em amostras de solo e sedimento pelos métodos radiométrico e de espectrometria de massa	1	Publicação de trabalho científico	X				
Publicação de artigo científico sobre a aplicação de sistemas de microextração supramolecular na determinação de isótopos de urânio e tório em amostras ambientais	2	Publicação de trabalho científico			X		

Publicação de artigo científico comparando estatisticamente os resultados obtidos na determinação de isótopos de urânio e tório em amostras de solo e sedimento pelos métodos radiométrico e de espectrometria de massa	4	Publicação de trabalho científico			X		
Participação com aprovação satisfatória em programa de proficiências ou comparações interlaboratoriais empregando os métodos desenvolvidos em amostras ambientais	6	Aprovação em programa de proficiência		X			
Emissão de relatórios de validação dos métodos desenvolvidos para as matrizes estudadas	5	Quantitativo de relatórios de validação			X		
Participação com aprovação satisfatória em programa de proficiências ou comparações interlaboratoriais empregando os métodos desenvolvidos em amostras de matrizes complexas, como urina	3	Aprovação em programa de proficiência				X	
Emissão de procedimentos técnicos descrevendo as etapas de execução dos métodos desenvolvidos no projeto	1, 3	Quantitativo de procedimentos redigidos					X

### 1.8 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada e estão descritos na tabela a abaixo.

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Aumento da confiabilidade dos resultados radioanalíticos emitidos a partir dos métodos desenvolvidos no projeto	1,3	Quantitativo de relatórios de validação emitidos para os ensaios desenvolvidos					X



Desenvolvimento de alternativa viável para extração de isótopos de urânio e tório visando a determinação dos mesmos a partir de metodologia com menor consumo de reagentes	2	Publicação de artigo científico. Publicação de procedimentos técnicos.			X		
Obtenção de valores de incerteza de resultados radioanalíticos compatíveis com as particularidades dos ensaios desenvolvidos	6	Aprovação em programa de proficiência ou comparações interlaboratoriais		X			
Redução do tempo necessários para obtenção de resultados radioanalíticos gerados a partir da técnica de ICP-MS	3	Lead time ou frequência analítica	X				
Redução do volume de reagentes utilizados no processo de preparação de amostras por microextração com solvente supramolecular.	3	Quantitativo do volume de reagentes utilizados na preparação de amostras				X	
Concordância dos resultados obtidos pelas técnicas de ICP-MS e radiométricas para U-235, U-238 e Th-230 nas matrizes estudadas	4	Publicação de artigo científico					X
Inclusão de novos ensaios radioanalíticos no escopo de acreditação do LAPOC junto Cgcre/INMETRO	5	Quantitativo de ensaios do LAPOC acreditados junto à Cgcre/INMETRO				X	

### Referências Bibliográficas

[1] GOUDA, A. A.; ELMASRY, M. S.; HASHEM, H.; EL-SAYED, H. M. Eco-friendly environmental trace analysis of thorium using a new supramolecular solvent-based liquid-liquid

microextraction combined with spectrophotometry. **Microchemical Journal**, v. 142, p. 102-107, 2018.

[2] POPOV, L. Determination of uranium isotopes in environmental samples by anion exchange in sulfuric and hydrochloric acid media. **Applied Radiation and Isotopes**, v. 115, p. 274-279, 2016.

[3] ARRUDA, M. A. Z.; SANTELLI, R. E. Mecanização no preparo de amostras por microondas: o estado da arte. **Química Nova**. v.20, n. 6 , p. 638-643 ,1997.

[4] SAVVIN, S. B. Analytical use of arsenazo III: determination of thorium, zirconium, uranium and rare earth elements. **Talanta**, v. 8, p. 673-685, 1961.

[5] HOU, X.; LEHTO, J. **Chemistry and Analysis of Radionuclides**. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2011

[6] AN, J.; TRUJILLO-RODRÍGUEZ, M. J.; PINO, V.; ANDERSON, J. L. Non-conventional solvents in liquid phase microextraction and aqueous biphasic systems. **Journal of Chromatography A**, v. 1500, n. 2, p. 1-23, 2017.

[7] KHAN, M.; YILMAZ, E.; SOYLAK, M. Supramolecular solvent microextraction of uranium at trace levels from water and soil samples. **Turkish Journal of Chemistry**, v. 41, p. 61-69, 2017.

[8] POPOV, L. Method for determination of uranium isotopes in environmental samples by liquid-liquid extraction with triisooctylamine/xylene in hydrochloric media and alpha spectrometry. **Applied Radiation and Isotopes**, v. 70, p. 2370-2376, 2012.

[9] XING, S.; ZHANG, W.; QIAO, J.; HOU, X. Determination of ultra-low level plutonium isotopes ( $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ) in environmental samples with high uranium. **Talanta**, v. 187, p. 357-364, 2018.

[10] INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia. **DOQ-CGCRE-008 rev. 07 - Orientação sobre validação de métodos analíticos**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2018. 20 p. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc\\_organismos.asp?tOrganismo=CalibEnsaaios](http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOrganismo=CalibEnsaaios)> Acesso em 14 novembro 2018.



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



[11] BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML. **Evaluation of measurement data—guide to the expression of uncertainty in measurement JCGM 100:2008**. BIPM: Se`vres, 1995. 120 p. Disponível em: <<http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>>. Acesso em 14 novembro 2018.

[12] KRAGTEN, J. Calculating standard deviations and confidence intervals with a universally applicable spreadsheet technique. **Analyst**, v. 119, p. 2161-2166, 1994

[13] Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, v. 1, IPEA, 2018.

**ANEXO II**
**FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO EDITAL CNEN 03/2019**

<b>I - CANDIDATO</b>			
NOME COMPLETO			
NATURALIDADE	NACIONALIDADE	IDENTIDADE	CPF
ENDEREÇO COMPLETO			
BAIRRO	CIDADE	CEP	UF
TELEFONE FIXO (Informar DDD)		TELEFONE CELULAR (Informar DDD)	
E-MAIL			

<b>II - FORMAÇÃO PROFISSIONAL (ANEXAR CURRÍCULO LATTES)</b>	
PRINCIPAL FORMAÇÃO PARA O(S) PROJETO(S) PRETENDIDO(S)	
INSTITUIÇÃO DE ENSINO	
CIDADE	DATA DE FORMAÇÃO

<b>III - PROJETO (S)</b>	
IDENTIFICAÇÃO DO (S) PROJETO (S) PCI CNEN CONFORME MENCIONADO NO ANEXO I DESTE EDITAL	
CODIGO	TÍTULO

<b>Declaro que as informações por mim prestadas nesta ficha cadastral estão corretas e são verídicas.</b>	
RIO DE JANEIRO ____/____/2019.	ASSINATURA DO CANDIDATO



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

