



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

SELEÇÃO DE CANDIDATO ÀS BOLSAS DE CAPACITAÇÃO INSTITUCIONAL DE DESENVOLVIMENTO (BCI) DA CNEN NO INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA (IRD)

O Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) torna público o Edital IRD CNEN nº 002/2024 do seu Programa de Concessão de Bolsas de Estudos para a realização de processo seletivo de candidatos as Bolsas de Capacitação Institucional de Desenvolvimento (BCI), nos termos aqui estabelecidos.

1. DO OBJETO

O presente Edital tem por objeto a seleção de candidato para a execução de projeto no âmbito do IRD/CNEN, na modalidade Bolsas de Capacitação Institucional de Desenvolvimento (BCI), níveis BCI-DA e BCI-DE, com a finalidade de contribuir para a execução das atribuições previstas no art. 16, da Lei nº 10.973/2004 (Lei da Inovação).

O projeto abaixo relacionado será apoiado pelo presente Edital.

Projeto	Tipo de bolsa	Quantidade	Nome do Projeto	Unidade de execução
01	BCI-DA BCI-DE	01 01	Purificação de Urânio e Plutônio e posterior determinação pelo ICP-MS	DIRAP/IRD Local: Barra da Tijuca, RJ Carga horária: 40 h
02	BCI-DA	01	Radioproteção ambiental em áreas de mineração de urânio: Mobilização e transporte de radionuclídeos a partir de rejeitos de mineração de urânio – modelagem e processos geoquímicos	DIRAP/IRD Local: Barra da Tijuca, RJ Carga horária: 40 h
03	BCI-DE	01	Atualização dos Sistemas de Medição Primário da Grandeza Atividade de Radionuclídeos	DIMET/IRD Local: Barra da Tijuca, RJ Carga horária: 40 h

1.1. Os perfis dos respectivos bolsistas a serem selecionados e os detalhes dos projetos podem ser consultados no **Anexo I**.

2. CRONOGRAMA

FASES	DATA
Inscrições	19/09/2024 a 15/10/2024
Prazo para impugnação do Edital	Até 05 dias corridos após a divulgação do Edital no site do IRD
Resultado preliminar	18/10/2024
Interposição de recurso administrativo do resultado	Até 05 dias corridos após a divulgação do resultado preliminar
Resultado final	23/10/2024
Homologação do resultado final do Edital pelo IRD/CNEN	24/10/2024
Prazo para envio da documentação do candidato selecionado	30/10/2024
Prazo para implementação da bolsa	01/11/2024
Término da vigência do Edital	31/12/2024

3. NORMAS PARA CONCESSÃO

3.1. As regras para concessão das bolsas BCI são regulamentadas pela Instrução Normativa CNEN nº 7, de 05 de julho de 2024, que estabelece as normas e diretrizes gerais para a concessão, implementação e acompanhamento de Bolsas de estudo e pesquisa da CNEN e dá outras providências, publicada no D.O.U em 10 de julho de 2024, Edição 131, Seção 1, Página 3, ou outra que vier a substituí-la.

3.2. A implementação das bolsas BCI deverá ser realizada dentro dos prazos e critérios estipulados para a modalidade, conforme estabelecido na Instrução Normativa CNEN nº 7, de 05 de julho de 2024, adicionado dos critérios relacionados à área de atuação da referida bolsa e ausência de vínculo empregatício, conforme subitem 5.1.1, alíneas (e), (f), (g) e (h).



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

3.2.1. As bolsas BCI serão concedidas conforme estabelecido na Instrução Normativa CNEN nº 7, de 05 julho de 2024, de acordo com os requisitos e obrigações e os requisitos mínimos para enquadramento dos bolsistas BCI nos níveis propostos neste edital.

3.3. A duração das bolsas não poderá ultrapassar o prazo de execução do projeto, com duração mínima de 6 (seis) meses e máxima de 60 (sessenta) meses. As bolsas do presente Edital terão o prazo de vigência de 12 (doze) meses, podendo ser em renovadas de acordo com disponibilidade financeira do IRD e resultado da avaliação de desempenho dos bolsistas, emitido pelos supervisores das bolsas.

4. RECURSOS FINANCEIROS

4.1. Os pagamentos das bolsas BCI serão de responsabilidade do IRD/CNEN, onde os bolsistas estarão lotados, que estabelecerão os procedimentos administrativos para sua execução e de acordo com a sua disponibilidade orçamentária, cuja fonte de recursos será Ação 2000 e Ação 20UX, ND 33.90.18. Os valores mensais das bolsas, estabelecidos na Instrução Normativa CNEN nº 7, de 05 de julho de 2024, são:

BCI-DA: R\$5200,00

BCI-DE: R\$1950,00

5. CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

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

5.1. Quanto ao Candidato:

5.1.1. Os candidatos as Bolsas de Capacitação Institucional de Desenvolvimento (BCI), devem atender, obrigatoriamente, a todos os itens abaixo:

- a) Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
- b) Ter o perfil e a experiência adequados à atividade a ser desenvolvida;
- c) Ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes, atualizado até a data -limite da inscrição;
- d) Ser selecionado através do presente Edital e apresentar toda a documentação que lhe for solicitada;
- e) Declarar formalmente a não existência de vínculo empregatício ou funcional, conflitante com as obrigações da bolsa;
- f) Dedicar-se em tempo integral às necessidades do projeto constante do Anexo I, conforme definido no plano de trabalho e no presente Edital;
- g) Atender aos requisitos mínimos do perfil definido no Projeto ao qual está se candidatando neste edital, conforme descritos no Anexo I;
- h) Atender ao requisito para a bolsa a qual está concorrendo, conforme descrito no Anexo I.

5.1.2. A execução ou orientação de projetos de mestrado ou doutorado não caracteriza experiência em gestão de C&T ou coordenação de projeto.

5.2. Quanto à Instituição de Execução do Projeto

Os projetos constantes no **Anexo I**, para os quais estão previstas a bolsas descritas neste edital, deverão ser executados no Instituto de Radioproteção e Dosimetria -IRD, no seguinte endereço:

Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD
Divisão de Metrologia das Radiações Ionizantes/DIMET e
Divisão de Radioproteção Ambiental e Ocupacional -DIRAD
Av. Salvador Allende, 3773
Barra de Tijuca
Rio de Janeiro-RJ

6. INSCRIÇÃO NO PROCESSO SELETIVO

As inscrições deverão ser encaminhadas ao Serviço de Ensino (SEENS) do IRD exclusivamente por correio eletrônico: ensino.edital@ird.gov.br, contendo no ASSUNTO a expressão: "Edital IRD CNEN nº 002/2024 – Inscrição BCI".



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

6.1. Para participação no processo seletivo o candidato deverá apresentar os seguintes documentos em formato PDF:

6.1.1. Formulário de Aplicação – Anexo II.

6.1.2. Currículo Lattes atualizado até a data limite para inscrição estabelecida no item 2 deste Edital.

6.2. O horário limite para submissão das inscrições no SEENS 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 da inscrição com antecedência, uma vez que o SEENS 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 analisada e julgada.

6.2.3. As inscrições serão homologadas pelo SEENS e confirmadas a cada candidato pelo correio eletrônico: **ensino.edital@ird.gov.br**, incluindo a confirmação de recebimento da documentação conforme subitens 6.1.1 e 6.1.2.

6.3. Esclarecimentos e informações adicionais acerca deste Edital podem ser obtidos através do correio eletrônico: **ensino.edital@ird.gov.br**.

6.3.1. É de responsabilidade do candidato entrar em contato com o SEENS, via e-mail, em tempo hábil para obter informações ou esclarecimentos.

6.4. O preenchimento incorreto e/ou ausência de algum documento estabelecido pelo item 6.1 implicará na desclassificação do candidato.

7. JULGAMENTO

7.1. Comissão de Avaliação

7.1.1. A Comissão de Avaliação será nomeada pelo Diretor do IRD/CNEN e sua constituição será publicada no portal do IRD, <https://www.gov.br/ird/pt-br>, até o dia de encerramento das inscrições. A referida Comissão se responsabilizará pelo julgamento dos candidatos conforme critérios estabelecidos no subitem 7.2.1.

7.2. Critérios do Julgamento

7.2.1. Os critérios para classificação dos candidatos quanto ao mérito técnico-científico são:

Critérios de Análise e Julgamento		Peso	Nota
A	Experiência prévia do candidato em projetos de pesquisa na área de projeto a ser executado, conforme alíneas (b), (g) e (h) do subitem 5.1.1.	1,0	0,0 a 10,0
B	Adequação do perfil do candidato ao projeto a ser executado, conforme alíneas (b), (g) e (h) do subitem 5.1.1.	1,0	0,0 a 10,0
C	Alinhamento do histórico acadêmico e profissional do candidato às competências e atividades exigidas à execução do projeto, conforme alíneas (b), (g) e (h), do subitem 5.1.1.	1,0	0,0 a 10,0
D	Experiência prévia do candidato em gestão de ciência e tecnologia ou gestão do conhecimento científico e tecnológico, conforme alínea (h) do subitem 5.1.1.	0,5	0,0 a 10,0
E	Experiência do candidato em projetos anteriores na CNEN.	0,1	0,0 a 10,0
F	Entrevista do candidato pela Comissão de Avaliação.	0,5	0,0 a 10,0

7.2.2. As informações relacionadas aos critérios de julgamento A, B, C e E, descritas no item 7.2.1, deverão constar no CV Lattes do candidato.

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

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

7.2.5. Em caso de empate, a Comissão de Avaliação deverá analisar a documentação dos candidatos empatados e definir a sua ordem de classificação, tendo em conta exclusivamente os itens A (Primeiro lugar) e F (Segundo lugar) dos critérios de Análise e Julgamento citados no item 7.2.1 deste Edital, apresentando de forma motivada as razões e fundamentos.



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

7.3. Etapas de seleção

7.3.1. Etapa I – Pré-enquadramento

Esta etapa, a ser realizada pelo SEENS, consiste na análise da documentação apresentada pelos candidatos quanto ao atendimento às disposições estabelecidas no item 6. deste Edital.

7.3.2. Etapa II – Classificação pela Comissão de Avaliação

A pontuação final de cada candidato será aferida pela Comissão de Avaliação nomeada nos termos do item 7.1.1, conforme os critérios estabelecidos no item 7.2.

Após a análise de mérito e relevância de cada candidato, a Comissão de Avaliação deverá recomendar:

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

8. RESULTADO PRELIMINAR

A relação de todos os candidatos julgados, aprovados e não aprovados, será divulgada na página eletrônica da CNEN, no endereço eletrônico: <https://www.gov.br/ird/pt-br>.

9. RECURSOS ADMINISTRATIVOS

9.1. Caso o candidato tenha justificativa para contestar o resultado preliminar, poderá apresentar recurso em forma eletrônica, no prazo de 05 (cinco) dias, a contar da data da sua publicação no endereço eletrônico do IRD: <https://www.gov.br/ird/pt-br>.

9.2. O recurso deverá ser dirigido à Comissão de Avaliação e encaminhado ao correio eletrônico: ensino.edital@ird.gov.br que, após exame, encaminhará decisão devidamente motivada ao recorrente. Ao acatar recursos, a Comissão de Avaliação alterará, se for o caso, a classificação dos candidatos.

9.3. Na contagem do prazo excluir-se-á o dia de início e incluir-se-á o do vencimento, e considerar-se-ão os dias consecutivos.

9.4. O recurso administrativo não tem efeito suspensivo. Havendo justo receio de prejuízo de difícil ou incerta reparação, a autoridade recorrida ou imediatamente superior poderá, de ofício ou a pedido, dar efeito suspensivo ao recurso.

10. RESULTADO FINAL

A Comissão de Avaliação emitirá a decisão, após análise de eventuais recursos administrativos. O resultado será divulgado no endereço eletrônico do IRD: <https://www.gov.br/ird/pt-br>.

11. IMPLEMENTAÇÃO DA BOLSA

11.1. Caberá a Unidade Técnico-Científica IRD a aprovação da documentação referente ao candidato selecionado, conforme previsto pela Instrução Normativa CNEN nº 7, de 05 de julho de 2024, que estabelece as normas e diretrizes gerais para a concessão, implementação e o acompanhamento de Bolsas de estudo e pesquisa da CNEN e dá outras providências, publicada no D.O.U em 10 de julho de 2024, Edição 131, Seção 1, Página 3, ou outra que vier a substituí-la.

11.2. Em hipótese alguma haverá pagamento de bolsa com retroação a momento anterior ao estabelecimento do vínculo jurídico entre o bolsista selecionado e o IRD/CNEN.

11.3. O acompanhamento administrativo das bolsas BCI será realizado pela direção do IRD/CNEN.

12. IMPUGNAÇÃO DO EDITAL

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

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

12.2. A impugnação deverá ser dirigida ao Diretor do IRD, por correspondência eletrônica, através do correio eletrônico: ensino.edital@ird.gov.br, seguindo as normas do processo administrativo federal.

12.3. Ademais, não terá efeito de recurso a impugnação feita por aquele que, tendo aceitado sem objeção, venha apontar, posteriormente ao julgamento, eventuais falhas ou imperfeições deste Edital.

13. DISPOSIÇÕES GERAIS

13.1. O presente Edital regula-se pelos preceitos de direito público inseridos no caput do artigo 37 da Constituição Federal, pelas disposições da Lei nº 14.133/2021, no que couber, e, em especial, pela Instrução Normativa CNEN nº 7, de 05 de julho de 2024, no que tange à concessão, implementação, acompanhamento e cancelamento de bolsas de estudo e pesquisa da CNEN.



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

13.2. O presente Edital poderá ser revogado ou anulado a qualquer tempo, por razões de conveniência e oportunidade ou por eventual ilegalidade, por ato unilateral da CNEN ou, na segunda hipótese, por determinação judicial ou de órgão de controle externo da União, sem gerar direito à indenização a eventual prejudicado.

13.3. O Diretor do IRD/CNEN reserva-se o direito de resolver os casos omissos e as situações não previstas no presente Edital.

13.4. A solicitação de inscrição implica na aceitação plena e irrestrita dos termos deste edital e da Instrução Normativa CNEN nº 7, de 05 de julho de 2024.

13.5. É vedado a qualquer membro da Comissão de Avaliação julgar proposta de trabalho em que haja interesse direto ou indireto seu; ou em que esteja participando do projeto seu cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou na colateral, até o terceiro grau; ou ainda esteja litigando judicial ou administrativamente com qualquer candidato.

13.6. Após a implementação de bolsa através do presente Edital, qualquer alteração na proposta de trabalho estará sujeita à reavaliação pela Comissão de Avaliação, reservando-se ao IRD/CNEN o direito de cancelar a concessão da bolsa.

13.7. Este Edital será publicado de forma resumida no D.O.U. e divulgado de forma completa no Portal do Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear (IRD/CNEN), no endereço eletrônico <https://www.gov.br/ird/pt-br>. Além disso, o IRD/CNEN poderá utilizar outros meios que considerar pertinentes para divulgar o Edital junto às comunidades de ciência, tecnologia e inovação.

13.8. Este edital tem vigência até 31/12/2024.

André Luiz Lopes Quadros

Diretor do IRD/CNEN

EDITAL IRD CEN N.º 002/2024

ANEXO I

PERFIL DO CANDIDATO E PROJETO

PROJETO	BOLSA	Requisito da Norma IN CEN N ^o 5 DE 05 /07/2024	EXPERIÊNCIA REQUISITADA PELO PROJETO
01	BCI-DA	Profissional de 10 anos de experiência em projetos científicos ou inovação após obtenção de diploma de nível superior ou título de doutor há, no mínimo 2 (dois) anos; ou ainda grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	Engenheiro Químico/ químico: Experiência em determinações com ICP-MS; experiência em trabalho de laboratório químico.
	BCI-DE	Profissional técnico de nível médio com diploma de Escola Técnica reconhecida pelo MEC e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Técnico em Química: experiência de trabalho em laboratório químico
02	BCI-DA	Profissional de 10 anos de experiência em projetos científicos ou inovação após obtenção de diploma de nível superior ou título de doutor há, no mínimo 2 (dois) anos; ou ainda grau de mestre há, no mínimo, 6 (seis) anos.	O candidato deve possuir graduação em engenharias, química ou geociências, mestrado ou doutorado nas áreas de radioproteção, radioquímica, engenharia ambiental ou geociências. Ter experiência na condução ou participação de projetos com foco na contaminação ambiental por poluentes inorgânicos (desejável que seja por radionuclídeos) ou na avaliação de processos geoquímicos que ocorrem na biosfera/hidrosfera, ou na determinação radioquímica de radionuclídeos em matrizes ambientais. Habilidades mínima em laboratório de química também é necessário. Conhecimentos na área de mineração é um diferencial a ser valorizado. Ter disponibilidade para trabalho de campo, além de habilidades para ler e escrever em inglês.
03	BCI-DE	Profissional técnico de nível médio com diploma de Escola Técnica reconhecida pelo MEC e com experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação.	Técnico de nível médio em eletrônica com diploma de escola técnica reconhecida pelo MEC com experiência em laboratório.



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

PLANOS DE TRABALHO

Projeto 01

TÍTULO DO PROJETO: Purificação de Urânio e Plutônio e posterior determinação pelo ICP-MS

MODALIDADE / CATEGORIA DA BOLSA:

1 bolsa BCI-DA

1 bolsa BCI-DE

VIGÊNCIA: 1 (um) ano

QUALIFICAÇÃO E EXPERIÊNCIA DO BOLSISTA:

1-BCI-DA: Engenheiro Químico/ químico: Experiência em determinações com ICP-MS; experiência em trabalho de laboratório químico;

2- BCI-DE: Técnico em química: experiência de trabalho em laboratório químico;

ÁREA DE INTERESSE DO IRD - CNEN: DIRAP

PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA

Resumo

Sabe-se que a concentração média de plutônio produzida como resultado de testes de armas nucleares é cerca de 10-13 g/g em solos do hemisfério norte. Também temos concentrações consideravelmente mais altas de plutônio e outros actínides em regiões contaminadas com a precipitação acidental de usinas de reprocessamento nuclear e usinas nucleares.^{1,2}

O plutônio é representado na precipitação de Chernobyl por cinco radionuclídeos; quatro deles (²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu e ²⁴²Pu) são emissores alfa de longa duração e ²⁴¹Pu é um emissor beta com meia-vida de $T_{1/2} \sim 14,4$ anos.³

Junto com os isótopos de plutônio, o ²³⁶U ($T_{1/2} \sim 2,342 \times 10^7$ anos) é produzido a partir do ²³⁵U por meio da reação $(n, \gamma) : ^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{236}\text{U} + \gamma$, competindo com a reação de fissão induzida por nêutrons.

Desta forma, aumenta a importância de se conhecer a composição isotópica dos actínides artificiais para avaliar a origem para o meio ambiente.

A espectrometria de massa (ICP-MS) é o método mais adequado para estas determinações com concentrações a nível de traço. É importante a atenção para os interferentes, devido a isto se torna necessário a separação da matriz para melhorar os limites de detecção.

1. Justificativa

O IRD é uma instituição de pesquisa, desenvolvimento e ensino de referência nacional e internacional em radioproteção, dosimetria, física médica e metrologia das radiações ionizantes, ligado à Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), autarquia vinculada ao MCTI.



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

A Divisão de Radioproteção Ambiental e Ocupacional, pertencente ao IRD, possui um Laboratório para determinações em ICP-MS(LEM), muito bem instalado. Durante um grande período o Laboratório atuou como representante do NWAL (IAEA Network of Analytical Laboratory) onde amostras de swaps eram analisadas para determinação de Urânio e Plutônio.

Atualmente necessita recuperar esta metodologia para dar continuidade à sua representação.

2. Objetivos

Desenvolver metodologia para purificação de Urânio e Plutônio em amostras de esfregaço e posterior determinação por ICP-MS.

3. Resultados esperados

4. Ao final do prazo, espera-se que o método esteja desenvolvido e implementado.

5. Cronograma de atividades (Mensal)- bolsista BCI-DA e BCI-DE

Atividade	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	x	x	x	x	x	x	x					
2	x	x										
3			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4							x	x	x	x	x	x
5									x	x	x	x

Atividade 1- Revisão bibliográfica

Atividade 2- organização do laboratório

Atividade 3- otimização do método, com padrões

Atividade 4- análise de amostras

Atividade 5- draft de artigo

Referências Bibliográficas

V. P. Pereygin and Yu. T. Chuburkov, Radiat. Meas., 1997, 28, 385.

I. Shigematsu, The International Chernobyl Project, Technical Report, Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures, Report by an International Advisory Committee, IAEA, Vienna, 1991.

S. N. Begichev, A. A. Borovoj, E. B. Burlakov, A. J. Gagarinsky, V. F. Demin, A. A. Khrulev and I. L. Khodakovsky, in Fission Product Transport Processes in Reactor Accidents, ed. J. T. Rogers, Hemisphere, New York, USA, 1990, pp. 717-734.



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

Projeto 02

TÍTULO DO PROJETO: Radioproteção ambiental em áreas de mineração de urânio
Título do plano de trabalho do bolsista: Mobilização e transporte de radionuclídeos a partir de rejeitos de mineração de urânio – modelagem e processos geoquímicos
MODALIDADE/CATEGORIA DA BOLSA: 1 bolsa BCI-DA
VIGÊNCIA: 01 ano
QUALIFICAÇÃO E EXPERIÊNCIA DO BOLSISTA: Com relação a qualificação o candidato deve possuir graduação em engenharias, química ou geociências, mestrado (há no mínimo 6 anos) ou doutorado (há no mínimo 2 anos) nas áreas de radioproteção, radioquímica, engenharia ambiental ou geociências. O candidato deve ter experiência na condução ou participação de projetos com foco na contaminação ambiental por poluentes inorgânicos (desejável que seja por radionuclídeos) ou na avaliação de processos geoquímicos que ocorrem na biosfera/hidrosfera, ou na determinação radioquímica de radionuclídeos em matrizes ambientais. Habilidades mínima em laboratório de química também é necessário. Conhecimentos na área de mineração é um diferencial a ser valorizado. O candidato deverá ter disponibilidade para trabalho de campo, além de habilidades para ler e escrever em inglês.
ÁREA DE INTERESSE DO IRD - CNEN: Radioproteção ambiental

PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA
Resumo: As atividades de mineração e beneficiamento de urânio tem o potencial de provocar impactos ambientais significativos nos meios físicos, biótico e antrópico, que ocorrem na fase de implantação, operação e descomissionamento do empreendimento. A magnitude desses impactos é dependente das condições específicas do local, como o tipo de lavra e beneficiamento implementado, da forma como os efluentes são liberados, ou como os rejeitos são dispostos no meio ambiente. Apesar do impacto da mineração de urânio ser motivo de preocupação na últimas décadas, e muitos esforços tenham sido despendidos para o entendimento de rejeitos do tipo "tailing", ainda hoje não é completamente conhecido como as condições da química da água e a relação líquido-sólido influenciam na lixiviação de metais e radionuclídeos a partir desses rejeitos, assim como não é comumente encontrada na literatura a descrição dos processos geoquímicos que ocorrem em estereis de mina ou minérios lixiviados. A identificação de como os rejeitos e a água influenciam a lixiviação do urânio é fundamental para melhorar a prevenção da contaminação do urânio no solo e nas águas subterrâneas. No Brasil, tanto a Unidade de Concentrado de Urânio (URA), em fase operacional, localizado no município de Caetité/BA, quanto a Unidade de descomissionamento de Caldas/MG em fase de fechamento, enfrentam desafios relacionados ao potencial de lixiviação de radionuclídeos a partir de rejeitos gerados nas suas respectivas instalações. Este projeto se propõe contribuir com o conhecimento técnico-científico na área da radioproteção ambiental no tocante a avaliação da liberação de contaminantes a partir de rejeitos de mineração de urânio das minas de urânio da Unidade de Concentrado de Urânio (URA) e da Unidade de descomissionamento de Caldas (UDC).



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

1. Justificativa

A estimativa da lixiviação de radionuclídeos a partir de rejeitos da mineração de urânio é uma condição necessária, para uma avaliação mais precisa, do impacto radiológico ambiental. Concomitantemente, esse conhecimento poderá ajudar a nortear ações de prevenção da contaminação do solo e das águas subterrâneas por elementos radioativos.

Além da justificativa técnica, este projeto fortalece a atuação do IRD/CNEN como uma instituição de suporte técnico-científico (TSO) da área regulatória da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNE N), futura Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), no tocante a prestar um melhor suporte quanto a avaliação da potencial liberação de contaminantes, a partir de rejeitos de mineração de urânio.

2 Objetivo Geral

Avaliar os mecanismos de liberação de U a partir dos rejeitos de mineração sob condições relevantes da química da água visando avaliar o potencial impacto dessas fontes nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

3 Resultados esperados

- Caracterização mineralógica e granulométrica (do rejeito do tratamento químico (e.g. duca) e do minério lixiviado)
- Caracterização química (e.g. valor do pH, carbono orgânico e concentração total do U e dos elementos principais (Fe, Mn, Si, Al, Mg e Ca) do duca e do minério lixiviado)
- Estimativa do teor de U (e radionuclídeos de interesse) e dos elementos principais (Fe, Mn, Si, Al, Mg e Ca) nas 5 fases da extração sequencial
- Avaliação da adsorção do U no material sólido (duca e minério lixiviado)
- Avaliação de consistência dos resultados obtidos (comparação do U_{tot} com o somatório do U em todas as fases e do U_{adsorvido} com U obtido na fase móvel)
- Avaliação da influência da química da água na mobilização e transporte do U e dos elementos de interesse;
- Avaliação dos locais onde a água superficial e subterrânea encontra-se acima do background;
- Determinação dos cenários de exposição e estimativa da dose
- publicação de artigos científicos

4. Cronograma de Atividades

- A1: Coleta de amostras (rejeitos, água superficial e subterrânea) e medições in situ;
A2: Caracterização da composição mineralógica (XRD e SEM-EDX) e granulométrica dos rejeitos sólidos
A3: Caracterização química através da determinação do pH, carbono orgânico e concentração total do U e dos elementos principais (Fe, Mn, Si, Al, Mg e Ca) dos rejeitos sólidos
A4: Determinação da concentração do U (e radionuclídeos de interesse) e dos elementos principais (Fe, Mn, Si, Al, Mg e Ca) nas 5 fases da extração sequencial
A5: Avaliação do U_{tot} adsorvido (extração com NaHCO₃)
A6: Avaliar os efeitos da química da água (pH, Citrato, Potencial redox (Eh), Bicarbonato, Matéria orgânica natural (NOM) na dissolução mineral e na liberação de urânio do rejeito sólido para a água – experimentos de lixiviação em batelada
A7: Avaliar quais as espécies de U dominantes por pH (simulação geoquímica - MINTEQ software)
A8: Modelagem geoquímica dos processos envolvidos na mobilização e transporte do urânio (modelagem usando o código PHREEQC)
A9: Avaliar o impacto da liberação do U (e radionuclídeos de interesse) e dos elementos principais nos recursos hídricos através de dados de monitoração
A10: Escolha dos cenários de exposição e estimativa da dose
A11: Elaboração de Artigos científicos

EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

Tabela: Atividades → Semestres por ano, subdividido em 1 e 2

Atividades	Semestre									
	2024	2025		2026		2027		2028		2029
	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
A1	X			X						
A2		X		X						
A3	X	X		X	X					
A4		X	X	X	X					
A5			X				X			
A6		X	X	X	X	X				
A7				X	X	X	X	X		
A8					X	X	X	X		
A9					X	X	X	X		
A10				X				X	X	
A11				X			X			X

Referências Bibliográficas

- Bearman, P.J. A review of the environmental problems associated with the disposal of uranium tailings. *Minerals and the Environment* 1, 64–74 (1979).
- Carvalho, I. G., et al. (2005). "Environmental Impact of Uranium Mining and Ore Processing in the Lagoa Real District, Bahia, Brazil." *Environmental Science & Technology* 39(22): 86468652.
- Carvalho, F. P., et al. (2007). "Radioactivity in the environment a round past radium and uranium mining sites of Portugal." *Journal of Environmental Radioactivity* 96(1-3): 39-46.
- Fernandes, H. M. e Franklin, M. R., 2001, "Assessment of acid rock drainage pollutants release in the uranium mining site of Poços de Caldas – Brazil". *Journal of Environmental Radioactivity*, v.54, pp. 5-25.
- Fernandes, H.M., et al., Radioecological characterization of a uranium mining site located in a semi-arid region in Brazil. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2006. 88(2): p. 140-157.
- IAEA, International Atomic Energy Agency; (1992). *Current Practices for the Management and Confinement of Uranium Mill Tailings*. International Atomic Energy Agency, Technical Report Series No. 335, Vienna, 140p.
- Lahmira, B., et al. (2017). "Effect of material variability and compacted layers on transfer processes in heterogeneous waste rock piles." *Journal of Contaminant Hydrology* 204: 66-78
- Landa, E. R. (2004). "Uranium mill tailings: nuclear waste and natural laboratory for geochemical and radioecological investigations." *Journal of Environmental Radioactivity* 77(1): 1-27
- Liu, B., Peng, T., & Sun, H. (2017). Leaching behavior of U, Mn, Sr, and Pb from different particle size fractions of uranium mill tailings. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(18), 15804- 15815.
- Majdalani, S.A. and Tavares, A.M., 2001. Status of uranium in Brazil. In: *Proceedings of a technical committee meeting on Assessment of uranium deposit types and resources – a world perspective*. Vienna (Austria). IAEA-TECDOC 1258, IAEA, Vienna, p.119-127.
- Patra, A., Somesh, C. G., Mohapatra, S., Sahoo, S. K., Tripathi, R. M., & Puranik, V. D. (2011). Long-term leaching of uranium from different waste matrices. *Journal of Environmental Management*, 92, 919–925.
- Rana, B. K., Dhumble, M. R., Lenka, P., Sahoo, S. K., Ravi, P. M., & Tripathi, R. M. (2016). A study of natural uranium content in groundwater around Tummalapalle uranium mining and processing facility, India. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 307(2), 14991506.
- Rapantova, N., Licbinska, M., Babka, O., Grmela, A., & Pospisil, P. (2013). Impact of uranium mines closure and abandonment on groundwater quality. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(11), 7590-7602.
- Singh, S. P. and M. J. Hendry (2013). "Solid-phase distribution and leaching behavior of nickel and uranium in a uranium waste-rock piles." *Water, Air, and Soil Pollution* 224(1)
- UNSCEAR, 2000. *Sources and effects of ionizing radiation: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 2000 report to the General Assembly, with scientific annexes*. New York: United Nations, 2000.
- Van der Sloot, H. A., & Van Zomeren, A. (2012). Characterization leaching tests and associated geochemical speciation modeling to assess long term release behavior from extractive wastes. *Mine Water and the Environment*, 31, 92–103
- Winde, F., et al. (2017). "Uranium from Africa – An overview on past and current mining activities: Reappraising associated risks and chances in a global context." *Journal of African Earth Sciences* 129(Supplement C): 759-778.



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

Projeto 3

TÍTULO DO PROJETO: Atualização dos Sistemas de Medição Primário da Grandeza Atividade de Radionuclídeos

Resumo:

O Laboratório de Metrologia de Radionuclídeos - LMR, pertencente ao LNMRI/IRD, com seus sistemas de medição absoluta da grandeza atividade de radionuclídeos, é o responsável pelo desenvolvimento, guarda e disseminação dessa grandeza. Os principais sistemas de medição absoluta do LMR são baseados na técnica de contagem em cintilação líquida (LSC - Liquid Scintillation Counting) e são eles:

Coincidência $4\pi\beta(\text{LS})-\gamma(\text{NaI}(\text{TI}))$;

Anticoincidência $4\pi\beta(\text{LS})-\gamma(\text{NaI}(\text{TI}))$;

TDCR – Triple-to-Double Coincidence Ratio.

Esses sistemas de medição são primários, portanto, não dependem de um padrão de referência para determinar a grandeza atividade de radioativa das amostras, atualmente esses sistemas utilizam módulos eletrônicos e processamento de sinais analógicos.

Os principais sistemas de medição primária do LMR são baseados na técnica de contagem em cintilação líquida (LSC - Liquid Scintillation Counting) embora a técnica LSC, para medição, já fosse conhecida por volta de 1950 e aplicada em diversas áreas como metrologia, engenharia, agronomia, artes, medicina etc., os detectores de radiação baseados nesta técnica só passaram a serem difundidos a partir dos anos 1980.

A técnica LSC é uma das mais sensíveis e versáteis para detecção e quantificação da radioatividade, principalmente para medida de emissores alfa e beta, apresentando muitas vantagens. Entre elas, podemos destacar sua alta eficiência de detecção, uma vez que a amostra radioativa é dissolvida diretamente na solução cintiladora, simplicidade na preparação das amostras e capacidade de analisar simultaneamente diferentes radionuclídeos [3].

Cintiladores líquidos são normalmente compostos de um solvente orgânico e de um ou mais solutos fluorescentes. Na preparação de amostras para contadores de cintilação líquida, o material radioativo é adicionado ao coquetel cintilador. A energia emitida do decaimento do radionuclídeo é transferida para o solvente por ionização e excitação, sendo em seguida transferida para o soluto que irá reemitir a como fótons com comprimento de onda na faixa ultravioleta e violeta [4]. Esses fótons, tendo um comprimento de onda médio característico do soluto, podem ser detectados no fotocátodo de uma ou mais fotomultiplicadoras. Após a multiplicação dos fótons, o sinal é enviado a um amplificador e finalmente registrado em um contador ou multicanal.

As medições num contador de cintilação líquida são feitas pela análise do espectro de energia. No entanto, algumas interferências ocorrem, as quais devem ser corrigidas, pois alteram a eficiência total ao deslocar o espectro de energia medido para valores mais baixos. Esta interferência é denominada quenching, termo este usado para descrever vários processos físicos ou químicos que reduzem a emissão de luz do cintilador [5].

Todo os módulos e o processamento dos sinais são feitos de maneira analógica e para acompanhar a tendência nos Laboratórios Nacionais de Metrologia no mundo que estão utilizando os modernos módulos eletrônicos digitais é necessário a atualização desses módulos e o processamento dos sinais.

1. Justificativa:

A Divisão de Metrologia das Radiações Ionizantes do Instituto de Radioproteção e Dosimetria - DIMET designada pelo INMETRO como Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes - LNMRI/IRD, tem como missão o desenvolvimento e a guarda de padrões nacionais e calibrações de instrumentos para as medições das grandezas utilizadas na área de radiações ionizantes. Também é responsável pela disseminação dessas grandezas no Brasil, que se dá através das calibrações de instrumentos de medição e fornecimento de padrões radioativos [1, 2].

A importância atualização dos sistemas de medição primários da grandeza atividade de radionuclídeos deve-se ao fato que a qualidade das medições só é garantida com a comparação do padrão do Brasil a padrões internacionais, para teste de desempenho que consiste em verificação de exatidão e incertezas. Esta é a forma de se rastrear as medições da Grandeza Atividade do Laboratório de Metrologia de Radionuclídeos (DIMET/IRD) ao Bureau Internacional de Pesos e Medidas - BIPM para radionuclídeos em uso no Brasil.

2. Objetivos:

Atualização dos sistemas de medição primário da grandeza atividade de Radionuclídeos com o uso da eletrônica digital.

3. Resultados esperados:

- i. Sistema de Medição Primária em Coincidência Digital; ii. Sistema de Medição Primária em Anticoincidência Digital;
- iii. Sistema de Medição Primária TDCR Digital;

4. Cronograma de atividades:



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

Atividade	2024		2025		2026		2027		2028
	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Treinamento do bolsista nos sistemas primários de medição	X								
Estudos dos módulos eletrônicos e seus sinais de entrada e saída e especificação do sistema de medição.			X						
Interconexão dos módulos e interface com o computador				X					
Desenvolvimento do Sistema de aquisição de dados					X				
Teste do sistema de medição utilizando Cobalto-60						X			
Desenho técnico do sistema							X		
Otimização e manutenção dos sistemas de medição e								X	
Manual técnico de operação e manutenção dos sistemas de medição									X

Referências Bibliográficas

1. Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI) do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN). INMETRO, 2018.
Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/ionizantes.asp>>.
Acesso em 22 de outubro de 2023. Ascom
2. Ascom IRD. CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2019. IRD e
Inmetro renovam designação na área de metrologia das radiações ionizantes. Disponível em: <<http://antigo.cnen.gov.br/ultimas-noticias/560-ird-e-inmetrorenovam-designacao-na-area-de-metrologia-das-radiacoes-ionizantes>>. Acesso em 22 de outubro de 2023.



COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
DIRETORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

3. L' ANNUNZIATA, M. F., 2012. Handbook of Radioactivity Analysis. Oxford, Elsevier. ISBN: 9780123848741.
4. BIPM (1980). The application of Liquid-Scintillation Counting to Radionuclide.
5. Monographie BIPM-3. Sévres. França.
KNOLL, G.F., 2010, "Radiation detection and measurements". 4th Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, United States of America. ISBN: 978-0-47013148-0.



EDITAL IRD CNEN N.º 002/2024

ANEXO II: FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO

I.CANDIDATO			
NOME COMPLETO:			
NATURALIDADE:	NACIONALIDADE:	CARTEIRA IDENTIDADE:	DE CPF:
ENDEREÇO COMPLETO:			
BAIRRO:	CIDADE:	CEP:	UF:
TELEFONE FIXO C/DDD:	TELEFONE C/DDD:	CELULAR	
E-MAIL:			
II.FORMAÇÃO PROFISSIONAL			
PRINCIPAL FORMAÇÃO PARA O PROJETO PRETENDIDO:			
INSTITUIÇÃO DE ENSINO:			
CIDADE:	DATA DE FORMAÇÃO:		
PROJETO QUE DESEJA SE CANDIDATAR	BOLSA		
Declaro que as informações por mim prestadas nesta ficha cadastral estão corretas e são verdadeiras.			
LOCAL E DATA:	ASSINATURADO CANDIDATO:		