

**ANEXO I**  
**Edital nº 004/2024**

**BOLSA DE CAPACITAÇÃO INSTITUCIONAL DE DESENVOLVIMENTO (BCI-DA)**

**PROJETO**

**Título: Realização de estudos técnicos para o descomissionamento do acelerador ciclotron CV-28 da DIRAD/IEN e a readequação de suas instalações com vistas ao licenciamento junto à CGMI.**

**Supervisor da Bolsa:** César Marques Salgado

## **1 - INTRODUÇÃO**

Em 1968, o IEN propôs a instalação de um cclotron para diversas aplicações, incluindo pesquisa, como produção de radioisótopos e estudos nucleares. Após a conclusão da instalação do ciclotron em 1974, uma ampla gama de pesquisas foi realizada, abrangendo áreas como espectrometria de raios-gama, estudos de danos por irradiação, medidas de funções de excitação e razões isométricas. A partir de 1998, o IEN passou a fornecer iodeto de sódio marcado com  $^{123}\text{I}$  e MIBG para hospitais, utilizando o sistema KIPROS, em procedimentos médicos de diagnóstico por imagem. A produção de FDG marcado com  $^{18}\text{F}$  e sua entrega regular aos hospitais só começou em 2003, com a instalação do acelerador RDS-ECLIPSE. O complexo abriga uma variedade de equipamentos de ponta e instalações dedicadas à pesquisa, produção de radiofármacos (incluindo áreas de processamento e controle de qualidade) e aplicação de radioisótopos na indústria. Com a perda da licença para comercialização dos radiofármacos, a DIRAD vem buscando novos desafios. Dois novos laboratórios já emergem, o Laboratório de medidas físicas e nucleares (LMFN), que estará destinado para estudos de problemas encontrados na indústria com aplicações de técnicas nucleares e para ministrar aulas do nosso programa de pós-graduação, e o renovado laboratório de radioquímica, equipado com células de processamento de alta tecnologia, voltado para o processamento, aliquotagem e separação química de material radioativo recebido de outras instalações. Tais laboratórios desempenharão um papel importante na pesquisa científica, no desenvolvimento de novas técnicas nucleares aplicadas à indústria e na saúde, contribuindo significativamente para o avanço da ciência e tecnologia no nosso país no campo da indústria e medicina nuclear. Especificamente em relação ao laboratório de radioquímica, cuidados especiais para o tratamento e controle de efluentes radioativos líquidos e aéreos devem ser rigorosamente observados. No entanto, com a nova regulamentação para licenciamento de instalações radiativas, é necessário cumprir os requisitos estabelecidos nas normas, assegurando que todas as atividades realizadas nesses laboratórios sejam conduzidas com altos padrões de segurança, qualidade e conformidade regulatória.

Este projeto também inclui estudos sobre os procedimentos necessários ao descomissionamento do acelerador ciclotron CV-28, visto que foi determinada a descontinuidade de seu funcionamento em razão da impossibilidade de se produzir feixes há mais de 15 meses, em razão, principalmente, do desgaste de peças e componentes fundamentais. Cuidados especiais são necessários para a devida estocagem ou transferência de componentes e estruturas ativadas que requeiram blindagens e procedimentos especiais. A liberação do espaço ocupado pelo ciclotron CV-28 e suas linhas de feixes, requer atenção especial devido aos níveis de radiação observados em componentes abrigados no interior das casamatas do acelerador e de seus alvos externos. O planejamento do descomissionamento envolve várias etapas, incluindo a elaboração de um plano de ação, a elaboração de planilha de custos, a identificação de equipamentos e metodologias apropriadas a sua realização, caracterização dos itens a serem deslocados e removidos, definição de responsabilidades, a disposição dos rejeitos radioativos de acordo com as normas vigentes, e identificação de treinamentos dos profissionais envolvidos.

Neste contexto, torna-se indispensável a atuação de um profissional dedicado e que tenha comprovada experiência em espectrometria de radiações ionizantes, particularmente raios-gama, reações nucleares induzidas por partículas carregadas e nêutrons, proteção radiológica e blindagem. O trabalho desse profissional é fundamental para que a equipe da DIRAD possa elaborar e implementar um plano de descomissionamento do CV-28 da Divisão de Radiofármacos, e por conseguinte, para o licenciamento dos laboratórios da DIRAD junto à CGMI.

## 2 - JUSTIFICATIVA

O presente projeto busca essencialmente o licenciamento dos laboratórios da DIRAD/IEN para que se possa promover de forma condizente com a atual legislação o avanço da ciência e tecnologia, especialmente com o desenvolvimento e uso de técnicas nucleares aplicadas na indústria, diagnósticos médicos e preservação do ecossistema. A DIRAD está buscando readequar suas atividades e explorando novas oportunidades. Seus laboratórios de Medidas Físicas e Nucleares, Instrumentação Analítica e Radioquímica desempenharão um papel importante no desenvolvimento e aprimoramento de novas metodologias de aplicações de técnicas nucleares nos campos já mencionados, com o uso de fontes radioativas a serem produzidas em outras instalações do IEN e da CNEN. Portanto, é essencial garantir a conformidade com as regulamentações de segurança, protegendo trabalhadores, o público e o meio ambiente contra os riscos associados à exposição a materiais radioativos dentro dessa nova realidade que exige a adaptação das instalações e adoção de novos procedimentos. O desenvolvimento de um plano de descomissionamento para o CV-28 é fator determinante para se alcançar esse objetivo.

## 3 - OBJETIVOS

### 3.1. Objetivo Geral

Este projeto tem como objetivo implementar procedimentos indispensáveis ao devido licenciamento das instalações da DIRAD, em conformidade com a atual legislação, para que se possa desenvolver com responsabilidade social, pesquisa e desenvolvimento de técnicas nucleares aplicáveis na indústria na saúde e preservação ambiental.

### 3.2. Objetivos Específicos

3.2.1. Contribuir para a elaboração de um plano de descomissionamento do acelerador cíclotron CV-28, seus componentes, a partir da caracterização e quantificação de materiais radioativos presentes nos componentes do CV-28, nos alvos de suas linhas de feixe e em materiais estruturais de sua casamata;

3.2.2. Atuar na readequação do laboratório de radioquímica para atender à nova sistemática de operação com o uso de fontes radioativas produzidas externamente à DIRAD com a definição de parâmetros para o projeto de uma câmara própria para a manipulação dessas fontes, de acordo com a atual regulamentação.

3.2.3. Desenvolver procedimentos e metodologias de técnicas nucleares na indústria com o uso de fontes radioativas.

## 4 - ATIVIDADES DE EXECUÇÃO

**Atividade 1:** Desenvolver metodologia para medição de peças e componentes do acelerador CV-28 visando avaliar a radioatividade, oriunda da ativação remanescentes, inclusive pela ativação induzida por nêutrons.

**Atividade 2:** Avaliar a radioatividade em materiais da estrutura da caverna do acelerador CV-28 visando implementar procedimentos para seu descomissionamento.

**Atividade 3:** Definir as adaptações necessárias ao laboratório de radioquímica para o recebimento de fontes radioativas externas e transferência para o interior das células de processamentos, de forma a subsidiar a elaboração de projeto de engenharia para as devidas modificações das instalações..

**Atividade 4:** Definir as adequações às instalações e estabelecer procedimentos para tratamento de efluentes radioativos líquidos e aéreos do laboratório de radioquímica.

**Atividade 5:** Elaborar relatório de análise de segurança das instalações de acordo com o novo esquema de funcionamento para submissão à CGMI.

**Atividade 6:** Contribuir para o Plano de Radioproteção das Instalações com a definição de procedimentos para recebimento e transferência de fontes externas com aparatos blindados.

**Atividade 7:** Realizar estudos utilizando técnicas nucleares na indústria com foco em rastreamento de partículas aplicado a misturadores industriais e medição de vazão em escoamentos bifásicos encontrados na indústria petrolífera a serem aplicadas no LMFN de acordo com as regras de segurança.

## 5 - RESULTADOS ESPERADOS

5.1. Espera-se que os laboratórios sejam licenciados de acordo com as novas regulamentações, garantindo a conformidade com padrões de segurança e qualidade.

5.2. O projeto visa impulsionar o desenvolvimento de novas metodologias e aplicações de técnicas nucleares na indústria e na saúde, resultando em avanços significativos nessas áreas.

5.3. O plano de descomissionamento do acelerador CV-28 visa garantir a segurança e proteção ambiental com o término de suas operações, assegurando a remoção e/ou acondicionamento seguro e disposição adequada dos materiais radioativos.

5.4. Espera-se que, por meio do licenciamento adequado, seja possível credenciar o Laboratório de Medidas Físicas e Nucleares (LMFN) para participação no Programa Nacional de Intercomparação de Amostras Radioativas.

5.5. A utilização das capelas do laboratório de radioquímica será expandida para a marcação de novas moléculas, destinadas à aplicação na saúde. Essa expansão não apenas ampliará a capacidade do laboratório, mas também permitirá o desenvolvimento de métodos mais avançados e eficazes para a marcação de moléculas, atendendo às demandas crescentes da medição nuclear no Brasil.

## 6 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O cronograma é apresentado em trimestres e refere-se às atividades descritas no **item 4**.

Atividades	Ano 1				Ano 2				Ano 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Atividade 1	X	X										
Atividade 2		X	X									
Atividade 3			X	X	X							
Atividade 4				X	X	X						
Atividade 5						X	X	X				
Atividade 6								X	X	X		
Atividade 7										X	X	X

## 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] KNOLL, G. F.; Radiation Detection and Measurement - Third Edition. John Wiley & Sons, Inc.

[2] TAUHATA, L.; SALATI, I., DI PRINZIO R., DI PRINZIO A.. Radioproteção e Dosimetria - Fundamentos. 9ª Revisão, Rio de Janeiro: Instituto de Radioproteção e Dosimetria - Novembro 2018.

[3] Norma CNEN NN 3.01 Requisitos Básicos de Radioproteção e Segurança Radiológica de Fontes de Radiação (Resolução CNEN 323).

[4] Norma CNEN NN 6.02 Licenciamento de Instalações Radiativas (Resolução CNEN 293/22).