

## **Roteiro para elaboração de plano de Radioproteção para Laboratórios de Pesquisa**

---

*Laboratórios classificados como Grupo III, IV, V, VI ou X da Norma [CNEN-NE-6.02](#)*

As informações a serem fornecidas deverão ser consubstanciadas em um relatório que inclua, no mínimo, os seguintes itens:

### **1. Classificação da Instalação Radiativa**

A instalação deve ser classificada conforme a Norma CNEN-NE 6.02, considerando:

- a. equipamentos geradores de radiação;
- b. classe de radionuclídeos, segundo a radiotoxicidade e operações;
- c. radionuclídeo, atividade mensal a ser utilizada e operações executadas.

### **2. Projeto Físico do Laboratório e Áreas**

Em escala 1:50 conforme planta de situação;

Indicação dos vãos de iluminação e ventilação, sistemas de exaustão e de refrigeração, devidamente marcados e cotados.

#### **2.1. Detalhes Construtivos (Lab. dos grupos IV, V ou VI)**

Os laboratórios que manipulam fontes não seladas devem apresentar seus detalhes de construção em 1:20.

As paredes devem ser pintadas com tinta lavável, não porosa, serem lisas e não apresentarem ranhuras. A junção com o piso deve ser arredondada.

O piso deve ser de material liso, não absorvente, sem ranhuras e de fácil descontaminação.

A pia, juntamente com a bancada lateral, deverá ser de aço inoxidável, com profundidade suficiente para evitar respingos do material radioativo (aproximadamente 40cm). Deverá ser provida de torneira a ser acionada por cotovelo, pedal ou qualquer outro dispositivo de abertura automática.

A porta do laboratório deve ser sinalizada com o símbolo indicando a presença de material radioativo e a classificação da área.

Os locais de manipulação e estocagem de material radioativo devem receber especial atenção e serem exclusivos para manipulação de substâncias radioativas. Devem apresentar os detalhes construtivos supra citados para facilitar uma possível descontaminação. Durante a manipulação de substâncias radioativas, as bancadas devem ser forradas com plástico e papel absorvente descartável, os quais serão considerados posteriormente como rejeito radioativo. Devem ter geladeira e/ou freezer (sinalizados com o símbolo de radiação) para a conservação de produtos químicos radiomarcados passíveis de deteriorização. Tanto a geladeira quanto o freezer não poderão ser usados para outros fins que não de armazenamento de material radioativo.

A lixeira deve conter pedal e símbolo de radiação.

Apresentar a documentação fotográfica comprobatória dos detalhes construtivos e sinalização de áreas.

### **3. Equipamentos e Fontes de Radiação**

#### **3.1. Laboratórios pertencentes aos grupos III e X**

Localização do equipamento na planta baixa (irradiador, cromatógrafo, outros);

Descrever o tipo de equipamento: marca, modelo, número de série, radionuclídeo, atividade da fonte (Ci) e data da medida e atividade máxima do equipamento (Ci);

Especificar com que propósito o equipamento será utilizado;

Descrição dos correspondentes sistemas de segurança.

##### **3.1.1. Para irradiadores tipo "gamma cell";**

Especificações técnicas a serem adotadas para utilização do equipamento;

Controle de acesso ao equipamento. Descrever método que assegure que apenas pessoas autorizadas manipularão ou terão acesso ao irradiador.

##### **3.1.2. Laboratórios pertencentes aos grupos IV, V ou VI.**

Localizar na planta baixa a sala de manipulação de fonte radioativa;

Fontes não seladas: radionuclídeo, estado físico, atividade máxima mensal (Ci) e origem.

## **Roteiro para elaboração de plano de Radioproteção para Laboratórios de Pesquisa**

---

### **4. Plano de Operações**

#### **4.1. Controles administrativos**

O responsável pela radioproteção do laboratório deverá executar as seguintes tarefas:

- a. implementar e orientar os procedimentos de radioproteção;
- b. garantir exposições tão baixas quanto razoavelmente exequíveis;
- c. elaborar e manter atualizadas as instruções operacionais e de emergência;
- d. treinar o pessoal envolvido com as atividades do laboratório.

#### **4.2. Condução das operações**

Informar nome, formação e função de todos os integrantes do laboratório;

Instruções gerais a serem fornecidas por escrito aos técnicos e auxiliares, visando à execução dos respectivos trabalhos em segurança;

Programa de treinamento.

##### **4.2.1. Para laboratórios dos grupos IV, V ou VI**

Medidas para prevenir contaminação do pessoal e da área de trabalho:

- a. usar sempre avental nas áreas onde radionuclídeos são manipulados;
- b. usar sempre luvas ao manusear radionuclídeos;
- c. não comer, beber, fumar ou aplicar cosméticos em qualquer área onde o material radioativo é usado ou armazenado;
- d. não guardar bebida, comida ou pertences pessoais em qualquer área onde o material radioativo é usado ou armazenado;
- e. nunca pipetar com a boca;
- f. depositar rejeitos radioativos apenas nos locais designados, etiquetados e adequadamente blindados.

#### **4.3. Procedimentos de monitoração**

##### **4.3.1. Monitoração de área**

Para laboratórios pertencentes aos grupos III e X:

Descrição de programas e procedimentos para testes periódicos para controle de radioproteção (teste de esfregação, teste do mecanismo de automático de exposição da fonte).

##### **4.3.2. Monitoração individual**

Sistemática a ser adotada, periodicidade e registros (recomendável o uso de dosímetro de extremidade para equipamentos de feixe aberto).

### **5. Gerência de Rejeitos (conforme a norma CNEN-NE-6.05)**

#### **5.1. Local de armazenamento de rejeitos**

A porta deverá ser identificada com o símbolo de material radioativo, as superfícies internas devem ser lisas e pintadas com tinta plástica impermeável, para facilitar uma possível descontaminação.

Deve ser provido de um sistema de exaustão/ventilação e possuir sistemas de tanques e drenos de piso para coleta/escoamento de líquidos provenientes de vazamentos, descontaminação e outros.

#### **5.2. Segregação de rejeitos radioativos**

Deve considerar:

- características radiológicas (radionuclídeo, meia vida, atividade e taxa de dose);
- características físico-químicas (sólido compactável, líquido orgânico/inorgânico, etc);
- características biológicas (agente patogênico, carcaça de animal, etc);
- origem (local, data e responsável).

## Roteiro para elaboração de plano de Radioproteção para Laboratórios de Pesquisa

Após a segregação e acondicionamento em recipientes adequados, os rejeitos devem ser identificados e classificados.

Os rejeitos sólidos já decaídos só podem ir para lixo comum depois de retirados seus rótulos ou qualquer indicação de radioatividade.

▪ **Para laboratórios pertencentes aos grupos IV, V ou VI:**

1. Descrição: tipo, radionuclídeo, composto químico, volume/atividade gerada mensalmente, outros riscos associados (materiais putrecíveis, inflamáveis, etc);
2. Procedimentos de coleta: coleta, acondicionamento, identificação;
3. Armazenamento provisório: descrição do local (incluir, esquema de planta baixa e fotografias), procedimentos de controle;
4. Eliminação:
  - ✓ Procedimentos para eliminação de rejeitos radioativos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano, quando aplicável;
  - ✓ Procedimentos para eliminação de rejeitos radioativos líquidos na rede de esgoto sanitário, quando aplicável;
  - ✓ Procedimentos para transferência de rejeitos radioativos para os Institutos da CNEN, quando aplicável;
5. Controle de qualidade;
6. Treinamento: programa de treinamento e informações sobre gerência de rejeitos radioativos aos trabalhadores;
7. Registros: controle de inventário de rejeitos radioativos.

▪ **Para laboratórios pertencentes aos grupos III e X:**

1. Destino a ser dado a fonte radioativa após o tempo de vida útil para uso de equipamento;
2. Prever um banco de registros a ser mantido pela instalação (equipamentos, inventário de fontes de radiação operadores, monitoração, procedimentos, etc.).

### 5.3. Eliminação de rejeitos: (incluir a memória de cálculos)

#### 5.3.1. Eliminação de rejeitos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano:

Hipótese conservativa:

2% da atividade do radionuclídeo sempre permanece absorvida em cada uma das seringas, ponteiros, frascos, etc, mesmo após sucessivas diluições.

Baseado nesta hipótese e conhecendo-se o peso do objeto a ser descartado, é possível calcular o tempo de armazenamento provisório, de modo que seja respeitado o valor estabelecido para o descarte de rejeito sólido no sistema de coleta de lixo urbano, ou seja, 2  $\mu\text{Ci}/\text{Kg}$ .

Exemplo:

- peso de um frasco de I-125 = 23 g;
- meia-vida do I-125 = 60 dias;
- atividade adquirida d I-125 = 30 mCi;
- atividade absorvida no frasco = 2% (0,6 mCi).

Para determinar o tempo que o material deverá permanecer armazenado, utiliza-se a seguinte expressão:

$$A = A_0 \cdot [e^{-\lambda t}] = 2 \mu\text{Ci}/\text{Kg}, \text{ para } A_0 = [0,6 \mu\text{Ci} / (23 \times 10^{-3} \text{ Kg})] \text{ e,}$$

$$\text{então, } t = 222 \text{ dias.}$$

#### 5.3.2. Eliminação de rejeitos líquidos no sistema de rede de esgotos:

Hipóteses conservativas:

- o radionuclídeo adquirido não foi utilizado;

## Roteiro para elaboração de plano de Radioproteção para Laboratórios de Pesquisa

---

- o volume de diluição é pequeno.

Exemplo:

Supondo que a quantidade adquirida de I-125 tenha sido 25mCi, o volume de diluição = 10 litros e tendo em vista que o limite para liberação desse radionuclídeo na rede de esgoto é igual a  $4 \times 10^{-5}$  mCi/ml, em conformidade com a Norma CNEN-NE-6.05, temos:

$$4 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/ml} = (25 \mu\text{Ci} / 10000 \text{ ml}) e^{-\lambda t} \quad \text{e, então,}$$

$$t = 358 \text{ dias}$$

Assim, o frasco contendo o material radioativo deverá permanecer armazenado, em local com segurança física, por cerca de 1 ano. Após esse período, o conteúdo deverá ser diluído em 10 litros d'água e eliminado na rede de esgotos.

Neste exemplo, o período de 1 ano é tempo superior ao necessário para o descarte do frasco vazio no sistema de coleta de lixo urbano (222 dias), calculado anteriormente. Após a eliminação do líquido, o frasco deve ser lavado, ter seu rótulo removido e então descartado como lixo comum.

### 6. Situações de Emergência

Descrição dos tipos de acidentes possíveis, incluindo sistema de detecção dos mesmos e planejamento de interferência em situações de emergência, até o completo restabelecimento da situação normal.

A instalação deve estar preparada para fazer face a situações de emergência que ponham em perigo a integridade das fontes radioativas sob a responsabilidade da mesma. Para tal, deve ter procedimentos escritos e específicos para situações, tais como: roubo, incêndio e outros eventos.

Os procedimentos devem conter instruções para orientação das ações a serem tomadas por funcionários, bombeiros e demais indivíduos envolvidos no acidente, a fim de que garantam a proteção física e radiológica.

### 7. Retirada de Operação

A Norma CNEN-NE-6.02 prevê a retirada de operação da instalação mediante a comunicação, para a CNEN, das seguintes informações:

1. destino a ser dado ao material radioativo e a outras fontes de radiação;
2. destino a ser dado aos registros que devam ser conservados;
3. procedimentos técnicos e administrativos para a descontaminação da instalação, para sua liberação para uso comum;
4. endereço e nome do responsável pela guarda dos registros relativos ao controle de trabalhadores.

### 8. Referências

1. Norma CNEN-NN-3.01 - "Diretrizes Básicas de Radioproteção", Jan. 2005;
2. Norma CNEN-NE-3.02 - "Serviços de Radioproteção", Jul. 1988;
3. Norma CNEN-NE-6.02 - "Licenciamento de Instalações Radiativas", Out. 1984;
4. Norma CNEN-NE-6.05 - "Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas", Nov. 1985;
5. Norma CNEN-NE-3.03 - "Certificação da Qualificação de Supervisores de Radioproteção", Ago. 1995;
6. Norma CNEN-NN-6.01 - "Registro de Pessoas Físicas para o Preparo e Uso de Fontes Radioativas", Fev. 1981.