

## RESÍDUOS SÓLIDOS

# DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE REJEITOS RADIOATIVOS ORIUNDOS DOS SERVIÇOS DE MEDICINA E DE PESQUISA NUCLEAR EM PORTO ALEGRE - RS.

**Adriane Capitano Mousquer** – adrianebcm@gmail.com  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Gabrielle Fernandes Garrafiel** – gabrielle.garrafiel@ufrgs.br  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Renata Barão Rossoni** – renata.rossoni@ufrgs.br  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Resumo:** A avaliação do gerenciamento e destinação, bem como a qualificação e quantificação dos resíduos radioativos gerados nas unidades de medicina e de pesquisa nuclear de Porto Alegre/RS constituem o propósito deste trabalho. Para tanto, foram selecionadas as instalações licenciadas pela CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) no município, e, então, realizou-se a aplicação de um questionário contendo questões que abordavam as exigências contidas na normativa CNEN-NE-6.05, que estabelece critérios para o manejo de rejeito radioativo. Os resultados da pesquisa possibilitaram analisar o atendimento das instalações às condicionantes legais licenciatórias. Verificou-se irregularidades no armazenamento temporário dos rejeitos, falta de conhecimento quanto à quantificação dos materiais radioativos e deficiências nos mecanismos de radioproteção adotados. Os dados obtidos permitem a formulação de diretrizes para a gestão dos resíduos radioativos e avaliação do atendimento às regulamentações existentes.

**Palavras-chave:** Rejeitos radioativos; Resíduos; Medicina nuclear; Gerenciamento;

## 1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O gerenciamento dos resíduos provenientes das atividades de medicina e de pesquisa nuclear constituem uma fração dos resíduos sólidos urbanos que requer manejo, legislação e atenção diferenciada. A disposição CNEN-NE-6.05 define rejeitos radioativos como “qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na Norma CNEN-NE-6.02: Licenciamento de Instalações Radioativas e para a qual a reutilização é imprópria ou não prevista”.

As principais instituições que são responsáveis pelo manuseio e geração de rejeitos radioativos estão ligadas às áreas de medicina, da pesquisa e da indústria. Uma parte

desse resíduo possui altos níveis de radioatividade e uma longa meia-vida. (IAEA, 1997). Dentro das instalações de medicina e de pesquisa nuclear utilizam-se radiofármacos, fontes de emissão e outras substâncias contendo radioisótopos para fins de investigação, diagnóstico, terapia, dentre outros. Por este motivo, existem condicionantes estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária prevendo que os rejeitos radioativos devam ser segregados segundo a natureza física do material e do radionuclídeo presente, e tempo limite de eliminação estabelecido pela normativa NE - 6.05. Somente após decorrido o tempo de decaimento necessário ao atingimento do limite de eliminação é que os rejeitos passam a ser considerados como resíduos (ANVISA, 2004). O funcionamento de uma instalação que opera com radionuclídeos está sujeito à autorização da CNEN (CASTRO, 2005), sobre a premissa de cumprir e apresentar os planos exigidos pela Comissão.

Apesar de existirem políticas de abrangência nacional que tratam sobre o gerenciamento de rejeitos radioativos, verifica-se grandes dificuldades no atendimento a estas normativas, devido às deficiências de fiscalização, ao desconhecimento da regulamentação e escassez de responsáveis técnicos nas unidades geradoras. Ademais, não há conhecimento da totalidade de radionuclídeos que adentram os aterros sanitários, de forma que não se pode garantir a segurança dos trabalhadores, dos recursos naturais e das comunidades existentes próximas às áreas de deposição final. A fim de auxiliar no gerenciamento de rejeitos radioativos, este trabalho pretende, fornecer dados que permitam avaliar o funcionamento do ciclo logístico e auxiliar no estabelecimento de diretrizes para aprimorar o planejamento estratégico e gerenciamento dos rejeitos radioativos em Porto Alegre.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO

### 2.1 Base Legal

No Brasil, a legislação federal referente à saneamento tem diretrizes e parâmetros estabelecidos em normativas técnicas e em resoluções publicadas em órgãos públicos das áreas da saúde, ciência e tecnologia. Quanto aos resíduos e rejeitos radioativos, o conhecimento das normas em vigor publicadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN são a base para a realização de uma análise mais aprofundada sobre o assunto. Sendo assim, serviram de respaldo para este estudo as normativas relatadas ao longo desta seção.

Resolução RDC 306 (2004), do Ministério da Saúde, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, classificando os resíduos em categorias, sendo os resíduos e rejeitos aqui estudados agrupados no “Grupo C”.

A CNEN - NE - 3.05 (1996), “Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear”, trata sobre os requisitos de segurança e proteção radiológica em Serviços de Medicina Nuclear *in vivo*.

A CNEN NE-6.05 (1985), “Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas”, estabelece os critérios e procedimentos para manipulação, armazenamento e destinação final dos rejeitos, classificando-os de acordo com o seu nível de radiação, prevendo valores máximos de atividade e/ou concentração permissíveis para a eliminação do material nos sistemas de esgotamento sanitário, coleta de lixo urbano e atmosfera. Os materiais que não atingirem os parâmetros estipulados devem ser entregues aos institutos da CNEN ou empresas autorizadas (CASTRO, 2005), podendo também passar por tratamento, para decaimento, até que atinjam níveis seguros de radioatividade, dentro dos valores previstos na NE-6.05.

A norma CNEN NN-8.01, em sua Seção VII, “Da Dispensa para Rejeitos”, estabelece que a liberação dos rejeitos radioativos sólidos só pode ser realizada por meio do sistema de coleta de resíduo urbano, tendo sua atividade específica ou total limitada aos valores apresentados em seu Anexo VI, para cada radionuclídeo (CNEN, 2014). A mesma regulamentação também apresenta os critérios para eliminação de efluentes líquidos, informando que esta dispensa só pode ser realizada no sistema de esgotamento sanitário, estando a quantidade de cada radionuclídeo liberada mensalmente pela instalação limitada aos níveis de lançamento expostos em seu Anexo II.

Norma CNEN NN 8.02, estabelece os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos ao licenciamento de depósitos iniciais, intermediários e finais de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.

## **2.2 Rejeitos Radioativos**

A Normativa CNEN-NE-6.06 (1990) “Seleção e Escolha dos Locais para Depósitos de Rejeitos Radioativos”, estabelece rejeito radioativo (ou simplesmente rejeito) como qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção de acordo com Norma da CNEN, e para o qual a reutilização é imprópria ou ainda não prevista (CNEN, 1990).

A NBR 12.808/93 que faz a classificação dos resíduos dos serviços de saúde (RSS) define os rejeitos radioativos como Resíduo Especial - Classe B - Tipo B.1, e os designa como material radioativo ou contaminado, com radionuclídeos proveniente de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia (ABNT, 1993). A Regulamentação ANVISA RDC 306/2004 faz disposições técnicas para o gerenciamento dos RSS e enquadra os rejeitos radioativos oriundos destas instalações no Grupo C: materiais resultantes de atividades humanas contendo radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas do CNEN, devendo passar por decaimento até que sua atividade atinja níveis que permitam liberá-lo como resíduo não radioativo. A escolha do local de armazenamento e método de tratamento deve estar previsto no Plano de Radioproteção da Instalação, em conformidade com as normativas CNEN NE-6.05 e NE-3.05 (ANVISA, 2004).

Diversas substâncias utilizadas nos setores de medicina e pesquisa nuclear apresentam atividade radioativa. Define-se como radiofármacos os medicamentos com finalidade diagnóstica ou terapêutica que, quando prontos para uso, contém um ou mais radionuclídeos. A escolha de um radionuclídeo para o desenvolvimento de um radiofármaco para aplicação em medicina nuclear depende principalmente das suas características físicas, nomeadamente tipo de emissão nuclear, tempo de meia-vida e energia das partículas e/ou radiação eletromagnética emitida (OLIVEIRA *et al*, 2006).

Quanto à orientação, licenciamento, planejamento, e fiscalização da atividade nuclear desenvolvida, no país, cabe a CNEN atuar como órgão superior. Sendo assim, são, sobretudo, normas publicadas por esta que dizem respeito à radioproteção, ao controle e uso do material radioativo existente no país, ao transporte, ao tratamento e ao armazenamento de rejeitos radioativos (CASTRO, 2005).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Seleção das Unidades

Para realizar o levantamento quanto aos rejeitos radioativos gerados em unidades de pesquisa e medicina nuclear em Porto Alegre utilizou-se como critério buscar apenas aquelas instalações devidamente licenciadas pela CNEN. Optou-se por esta solução pois as instituições que possuem autorização para operar deveriam realizar controle de volume e de massa das substâncias utilizadas, dentre outros procedimentos que possibilitam avaliar e gerenciar o material radioativo e que são condicionantes impostas pelo processo licenciatório.

No site da CNEN é possível ter acesso às instalações autorizadas de diversas áreas em todo o país. As cinco unidades escolhidas atuam em áreas diferentes: pesquisa científica, terapia, tratamento e medicina diagnóstica. As instituições participantes da pesquisa foram identificadas de forma genérica, como A, B, C, D e E, ao longo do estudo. Na Tabela 1, podemos visualizar um resumo das Instituições estudadas.

Tabela 1 - Unidades escolhidas para o levantamento e suas áreas de atuação

Unidade	Pesquisa	Terapia e Treinamento	Medicina Diagnóstica
A	X		
B	X	X	X
C	X		
D		X	
E			X

#### 3.2 Elaboração e Aplicação do Questionário

Após realizada a escolha das unidades licenciadas, formulou-se um questionário contendo doze questões, sendo oito objetivas e quatro discursivas, mantendo-se dentro das premissas estipuladas pela norma básica do processo licenciatório. O formulário de perguntas foi construído através da ferramenta gratuita *Google Forms*, um dos aplicativos do *Google Drive*. Concluída esta etapa, realizou-se contato por e-mail com as unidades escolhidas, solicitando que respondessem ao questionário. Assim que respondido pelas instituições, foi possível realizar a análise e o tratamento estatístico das respostas armazenadas *online*.

#### 3.3 Geração e Tratamento de Dados

As respostas das questões objetivas são apresentadas em formato de gráficos diretamente no formulário. Já as questões discursivas são apresentadas tal qual foram escritas e, devido à variedade de opiniões, elegeu-se a apresentação em tabelas ou gráficos neste trabalho.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Substâncias Utilizadas

Na sua página, a CNEN apresenta livre acesso às informações sobre as unidades de medicina nuclear licenciadas e suas respectivas fontes não seladas autorizadas definidas de acordo com a quantidade de mCi (semanal ou mensal). Dessa maneira, foi possível verificar os radionuclídeos utilizados apontados nas respostas dos questionários (Figura 1).

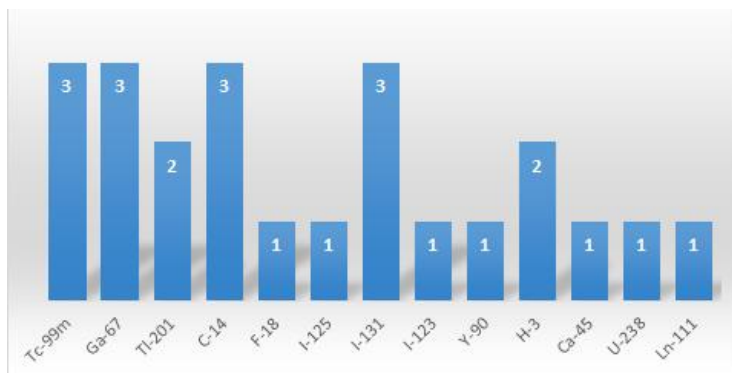


Figura 1 - Radionuclídeos utilizados

### 4.2 Existência de depósito para rejeitos radioativos

A Figura 2 apresenta as respostas obtidas pelas instituições quanto à existência de depósito provisório de rejeitos radioativos.

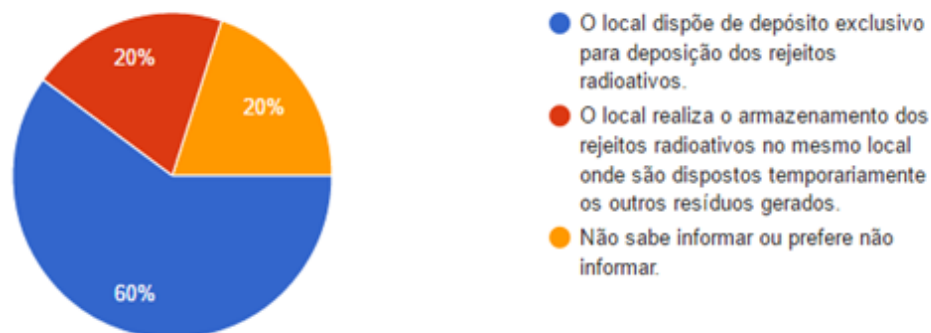


Figura 2 – Existência de depósito as unidades selecionadas

Ainda quanto ao local de armazenamento de rejeitos, questionou-se quanto ao atendimento das exigências existentes nas normativas CNEN NE-6.05, item 5.5, “Armazenamento Provisório” e na NN-8.01 - Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação, Seção V, “Do armazenamento inicial ou intermediário”. Os resultados obtidos constam na Tabela 02.

Tabela 2 - Cumprimento da NE 6.05 para o depósito provisório de rejeitos.

Exigência da norma	A <sup>1</sup>	B	C <sup>2</sup>	D	E
O local é monitorado por responsável técnico habilitado		X		X	X
Situa-se distante das áreas normais de trabalho, possuindo sinalização e tendo seu acesso restrito a funcionários autorizados		X			
Possui pisos e paredes impermeáveis		X			X
Possui sistema de ventilação e exaustão		X			
Possui blindagem para o exterior		X		X	X

<sup>1</sup> A unidade identificada como “A” não soube ou preferiu não informar quanto à existência de depósito provisório.<sup>2</sup> A unidade identificada como “C” não possui um depósito exclusivo para rejeitos radioativos.

### 4.3 Dispensa dos rejeitos

As cinco unidades que participaram do levantamento informaram gerar rejeitos radioativos líquidos e sólidos. Quanto aos líquidos, alegam realizar a eliminação via sistema de esgoto, obedecendo aos limites determinados pela NN-8.01, porém não repassaram os volumes e atividade de cada radionuclídeo esgotado. Já em relação aos sólidos, novamente não foram obtidas respostas específicas quanto aos volumes e atividades, contudo foram informados os meios de disposição final dos rejeitos produzidos e que estão demonstrados na Figura 3.

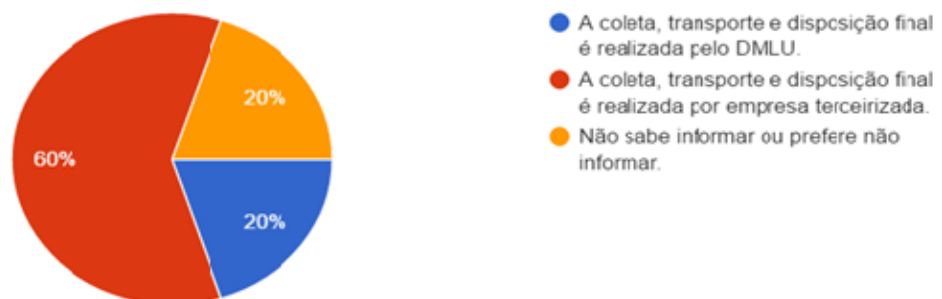


Figura 3 - Respostas obtidas quanto à disposição final dos rejeitos gerados

Questionou-se também quanto ao acondicionamento e segregação dos rejeitos, etapa anterior a de destinação final. As cinco unidades responderam que acondicionam o material radioativo identificando-os e classificando-os conforme exigências presentes no item 5.2 da CNEN NE-6.05.



		REJEITO RADIOATIVO	
Gerador			
Unidade			
Responsável pelo armazenamento			
Data de armazenamento			
Data do descarte			
Tipo de embalagem			
Radionuclídeo			
Nível de radioatividade na superfície (Mr/h)			

Figura 4 - Sugestão de rótulo para embalagem de rejeito radioativo (FMUSP-HC, 2010)

## 5 CONCLUSÕES

Os dados coletados na campanha de pesquisa com as instituições possibilitam um maior entendimento sobre as etapas finais do ciclo logístico do resíduo radioativo:

- Ao todo, são utilizados 13 radioisótopos entre as unidades analisadas, sendo que 4 deles (Tc-99m, Ga-67, C-14 e I-131) são utilizados em pelo menos 3 instituições.
- Quanto à disposição provisória: 60% das instituições possuem depósito exclusivo, 20% misturam rejeitos radioativos com outros resíduos sólidos e 20% não sabem informar ou preferem não informar. A CNEN NE-6.05 recomenda que os rejeitos radioativos sejam armazenados provisoriamente em um local seguramente adequado para tal fim. Este depósito deve estar indicado no Projeto de Instalação da unidade e é condicionante para a obtenção da licença fornecida pela CNEN. Este ambiente deve garantir que o material radioativo permaneça separado de outros produtos perigosos como oxidantes, corrosivos e inflamáveis. A área destinada para decaimento deve garantir que as substâncias em tratamento estejam separadas de outras ainda em uso, e de outros rejeitos (TAUHATA *et. al.*, 2014).
- Das 3 instituições que possuem depósito, apenas uma delas cumpre todas as exigências da norma.
- Todas as instituições (5/5) afirmaram gerar efluentes radioativos que são eliminados via rede pública de esgoto.
- 60% das instituições terceirizam as etapas (coleta, transporte e a disposição final) de disposição de rejeitos sólidos, 20% recorrem ao sistema municipal de coleta e 20% não sabem ou preferem não informar. Todas instituições acondicionam as embalagens com o rótulo segundo a Norma CNEN NE-6.05.

Assim, percebe-se que a etapa final do ciclo logístico está em desacordo com a norma estabelecida pela CNEN pois o gerenciamento interno dos resíduos radioativos nas unidades não é feito de acordo com a normativa em 80% das instituições avaliadas. Isso gera diversos problemas de planejamento e gerenciamento dos resíduos radioativos em Porto Alegre, pois como não há informações sobre os volumes e atividades específicas para cada isótopo, não é possível quantificar e qualificar os efluentes radioativos que estão sendo lançados no sistema de esgoto, nem mensurar a radioatividade a qual estão expostos os trabalhadores que atuam

no sistema de coleta, ou mesmo avaliar a emissividade do rejeitos radioativos que estão sendo enviados para o aterro sanitário.

## 6 REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **ANVISA RDC nº 306**: Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 10 de dezembro de 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12808**: Resíduos de Serviço de Saúde. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- BARBOZA, A. **Gestão de Rejeitos Radioativos em Serviços de Medicina Nuclear**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.
- CAIXETA, A.T.F. **Gerenciamento de Rejeitos Radioativos de Média e Baixa Energia nos Serviços de Medicina Nuclear do DF**. Brasília, 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Brasília.
- CASTRO, A. M. **Avaliação do Perfil dos Resíduos de Serviços de Saúde de Belo Horizonte Quanto à Presença de Rejeitos Radioativos na Destinação Final**. Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado) - Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN-NE - 3.05**: Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear. Rio de Janeiro: CNEN, 1996.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN - NE - 6.05**: Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas. Rio de Janeiro: CNEN, 1985.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN- NN - 8.01**: Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Nível de Radiação. Rio de Janeiro: CNEN, 2014.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN- NN - 8.02**: Licenciamento de Depósito de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação. Rio de Janeiro: CNEN, 2014.
- FMUSP-HC, **Cartilha de Orientação de Descarte de Resíduos no Sistema FMUSP-HC**. USP. 2010. Disponível em <[http://www2.fm.usp.br/gdc/docs/cep\\_5\\_grss\\_2\\_cartilha.pdf](http://www2.fm.usp.br/gdc/docs/cep_5_grss_2_cartilha.pdf)>. p. 28. Acesso em 02 de abril de 2016.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Experience in Selection and Characterization of Sites for Geological Disposal of Radioactive Waste**, Vienna, 1998 (IAEATECDOC-991)
- OLIVEIRA, R. *et al.* **Preparações Radiofarmacêuticas e Suas Aplicações**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. p.154. Vol.42, n. 2, abr/jun.2006
- TAUHATA, L. *et. al.*, **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. P. 264. 10 ed. Rev. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2014.