INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA CÂMPUS FLORIANÓPOLIS DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

VICTOR MATTEI

GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS EM UM SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR

FLORIANÓPOLIS, 2025

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA CÂMPUS FLORIANÓPOLIS DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

VICTOR MATTEI

GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS EM UM SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de tecnólogo em radiologia.

Professora Orientadora: Tatiane Sabriela Cagol Camozzato, doutora.

Coorientador: Lucas Faconi Camargo, mestre.

FLORIANÓPOLIS, 2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca do IFSC.

Mattei, Victor
GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS EM UM SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR / Victor Mattei ; orientador, Tatiane Sabriela Cagol Camozzato, coorientador, Lucas Faconi Camargo, 2025.
34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis, Graduação em Radiologia, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Radiologia. 2. Medicina Nuclear. 3. Gerenciamento de Resíduos. 4. Resíduos de Serviços de Saúde. 5. Resíduos Radioativos. I. Camozzato, Tatiane Sabriela Cagol. II. Camargo, Lucas Faconi. III. Instituto Federal de Santa Catarina. Graduação em Radiologia. IV. Título.

VICTOR MATTEI

GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS EM UM SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título Tecnólogo em Radiologia, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada

Documento assinado digitalmente
gov.br
TATIANE SABRIELA CAGOL CAMOZZATO
Data: 10/09/2025 11:27:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.Tatiane Sabriela Cagol Camozzato, Dra. (IFSC-Florianópolis)
(Presidente/Orientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br
PATRICIA FERNANDA DOROW
Data: 11/09/2025 15:06:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.Patrícia Fernanda Dorow, Dra. (IFSC-Florianópolis)

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANDREA HUHN
Data: 11/09/2025 17:14:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.Andrea Huhn, Dra. (IFSC-Florianópolis)

Florianópolis, SC

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças durante os momentos de cansaço e superação.

À minha família e amigos tão queridos, pelo apoio incondicional e incentivo ao longo de toda a trajetória acadêmica. Cada palavra de encorajamento foi essencial para que eu continuasse firme, mesmo diante das dificuldades.

A minha professora e orientadora, Tatiane Sabriela Cagol Camozzato, pela dedicação, inúmeras orientações e imensa paciência, que ao longo do trabalho compartilhou seus conhecimentos de forma generosa.

Ao meu coorientador, Lucas Faconi Camargo, por sua colaboração atenta, pelas contribuições técnicas e pelas valiosas sugestões que enriqueceram este estudo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), pela oportunidade de formação, pelos recursos disponibilizados e pelo ambiente de aprendizado que foi essencial para meu crescimento profissional e pessoal.

Por último, agradeço a todos que, de alguma forma, somaram para a conclusão deste trabalho e minha formação.

RESUMO

A Medicina Nuclear faz uso de radionuclídeos em estado não selado, associados a moléculas com afinidade biológica, resultando na formação de radiofármacos empregados com finalidades diagnósticas e terapêuticas. A utilização desses compostos implica na geração de rejeitos radioativos, cuja gestão demanda atenção rigorosa, considerando os riscos de exposição ocupacional, contaminação ambiental e impactos à saúde pública. Este estudo teve como objetivo analisar a gestão de rejeitos radioativos em um serviço de Medicina Nuclear. Para tanto foi realizada análise documental e do exame dos registros de rastreabilidade dos resíduos. No período de 24 de março a 24 de junho de 2025. As etapas metodológicas incluíram o acesso à base de dados da clínica, a coleta e análise dos registros, a elaboração de instruções técnicas e a inquirição documental do serviço. Os resultados demonstraram que o tecnécio-99m foi o principal radionuclídeo gerador de rejeitos, totalizando 71 kg no período avaliado, seguido pelo iodo-131 (23,5 kg) e pelo flúor-18 (4 kg). Identificou-se, ainda, um volume significativo de resíduos não caracterizados na radiofarmácia, sobretudo decorrentes da radioiodoterapia, com destaque para 120 kg de roupas contaminadas e 23 kg de resíduos provenientes de excretas e materiais descartáveis. A demanda por recipientes para materiais perfurocortantes e sacos hospitalares indicou a necessidade de um controle mais sistemático e contínuo desses insumos. A gestão do Iodo-131 apresentou desafios adicionais, atribuídos à sua meia-vida prolongada, que demanda armazenamento por períodos estendidos. Ademais, foram constatadas falhas pontuais nos registros de rastreabilidade, como a ausência de identificação de boxes e datas de liberação, evidenciando a necessidade de revisão e formalização de certos procedimentos operacionais. Apesar de o serviço estudado atender às exigências normativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), observou-se a existência de oportunidades para melhorias estruturais, de organização logística e de padronização documental. Conclui-se que a monitoração contínua, aliada à implementação de boas práticas, é essencial para assegurar a segurança ocupacional, ambiental e populacional no gerenciamento de rejeitos radioativos em serviços de Medicina Nuclear.

Palavras-chave: Medicina Nuclear; Gerenciamento de Resíduos; Resíduos de Serviços de Saúde; Resíduos Radioativos; Rejeitos.

ABSTRACT

Nuclear Medicine makes use of unsealed radionuclides, associated with molecules with biological affinity, resulting in the formation of radiopharmaceuticals employed for diagnostic and therapeutic purposes. The use of these compounds implies the generation of radioactive waste, the management of which requires strict attention, considering the risks of occupational exposure, environmental contamination, and impacts on public health. This study aimed to analyze the management of radioactive waste in a Nuclear Medicine service. To this end, a documentary analysis and an examination of waste traceability records were carried out between March 24 and June 24, 2025. The methodological steps included access to the clinic's database, the collection and analysis of records, the preparation of technical instructions, and the documentary inquiry of the service. The results showed that technetium-99m was the main radionuclide generating waste, totaling 71 kg in the evaluated period, followed by iodine-131 (23.5 kg) and fluorine-18 (4 kg). A significant volume of uncharacterized waste was also identified in the radiopharmacy, mainly from radioiodine therapy, notably 120 kg of contaminated clothing and 23 kg of waste from excreta and disposable materials. The demand for sharps containers and hospital waste bags indicated the need for more systematic and continuous control of these supplies. The management of iodine-131 presented additional challenges, attributed to its prolonged half-life, which requires extended storage periods. Furthermore, punctual failures were observed in the traceability records, such as the absence of box identification and release dates, highlighting the need for review and formalization of certain operational procedures. Although the studied service meets the regulatory requirements of the National Nuclear Energy Commission (CNEN) and the National Health Surveillance Agency (ANVISA), opportunities for structural improvements, logistical organization, and document standardization were observed. It is concluded that continuous monitoring, combined with the implementation of good practices, is essential to ensure occupational, environmental, and public safety in the management of radioactive waste in Nuclear Medicine services.

Keywords: Nuclear Medicine; Waste Management; Healthcare Waste; Radioactive Waste; Waste.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 1
1.1 Pergunta da pesquisa..... 2
1.2 Objetivo Geral..... 2
1.3 Objetivos Específicos..... 2
2 REVISÃO DE LITERATURA..... 3
2.1 Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde..... 3
2.2 Rejeitos Radioativos..... 4
2.3 Grandezas e Unidades..... 5
3 MANUSCRITO..... 7
3.1 Introdução..... 9
3.2 Materiais e métodos..... 10
3.3 Resultados..... 11
3.3.1 Descrição da rotina da gerência de rejeitos radioativos..... 11
3.3.2 Análise de documentos institucionais..... 13
3.3.3 Instruções técnicas..... 14
3.3.4 Registro de rejeitos..... 15
3.4 Discussões..... 17
3.5 Conclusão..... 21
Referências..... 22
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 24
REFERÊNCIAS..... 25
Apêndice A..... 28
Anexo A..... 31
Anexo B..... 32
Anexo C..... 33

1 INTRODUÇÃO

A medicina nuclear é uma área da saúde que se destaca pelo emprego de emissores de radiação ionizante em estado não selado. Esses emissores são associados a moléculas com relevância biológica, formando os radiofármacos, que são substâncias administradas aos pacientes para diagnóstico ou terapia (Pozzo *et al*., 2014).

Por consequência do emprego desses procedimentos radiológicos inevitavelmente ocorre a geração de resíduos contaminados, que são materiais ou substâncias utilizadas no ofício da profissão que entraram em contato com os radiofármacos (Silva *et al.*, 2021). Esses resíduos, quando não descartados de forma correta, podem acarretar em exposições acidentais e contaminação radioativa, envolvendo os indivíduos ocupacionalmente expostos ou o público geral (Silva *et al*., 2021).

A administração de rejeitos radioativos produzidos em serviços de medicina nuclear é um assunto de grande importância tanto para a saúde pública quanto para a conservação do meio ambiente. Esses detritos, resultantes de processos como a utilização de radioisótopos em diagnósticos e terapias, requerem atenção especial desde a sua produção até a eliminação final (Silva *et al*., 2021). Conforme Rissato *et al.* (2009) os resíduos de serviços de saúde apesar de representarem por volta de 2% do volume total de resíduos urbanos gerados, apresentam riscos significativos de exposição, afetando tanto trabalhadores quanto usuários, especialmente devido à presença de resíduos infectantes e rejeitos radioativos.

Segundo a legislação vigente, cabe à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) definir normas e procedimentos que garantam o manejo apropriado desses resíduos, com o objetivo de assegurar a proteção de profissionais, pacientes e do público em geral, além de proteger o meio ambiente. A norma CNEN-NN-8.01 atua como um guia essencial para estabelecer sistemas de gerenciamento de resíduos em instalações radioativas (CNEN, 2014).

De acordo com Santos, Camozzato e Medeiros (2022), há uma demanda de ações investigativas sobre os fenômenos que fragilizam a segurança do paciente no ambiente de medicina nuclear (MN). Em razão disto, a análise da gerência de

rejeitos em um serviço de MN se faz essencial para garantir que não ocorra a exposição acidental de rejeitos aos pacientes.

Tendo a importância da gestão de resíduos em mente, este projeto buscou analisar a gerência do rejeito radioativo em um serviço de medicina nuclear, desde a geração até o ponto de descarte final. Portanto, concentrando-se na avaliação interna do ambiente, este estudo, ao acompanhar cada fase do processo, tem por objetivo demonstrar as técnicas de gestão, armazenamento e eliminação, buscando aprimorá-las e certificando-se de que a mesma esteja em conformidade com as normas de segurança e regulamentos ambientais.

1.1 Pergunta da pesquisa

Como acontece a gerência do resíduo radioativo em um serviço de medicina nuclear?

1.2 Objetivo Geral

Análise da gerência do resíduo radioativo em um serviço de medicina nuclear.

1.3 Objetivos Específicos

Esta pesquisa tem os seguintes objetivos:

a) Monitorar cada fase do processo de gestão de rejeitos radioativos;

b) Avaliar a efetividade das técnicas de gestão, armazenamento e eliminação de rejeitos;

c) Certificar que as práticas de gestão, armazenamento e eliminação estão em conformidade com as normas vigentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A medicina nuclear é uma modalidade que pode ser utilizada tanto para fins diagnósticos quanto para fins terapêuticos e tem por sua característica principal a utilização de radiação ionizante por meio de emissores não selados, que, por sua vez, ao serem unidos a uma molécula de interesse biológico, tornam-se radiofármacos. Nestas circunstâncias, cada patologia depende de um tipo de radiofármaco e técnica adequada. (Camozzato *et al*., 2020).

Estes radiofármacos são administrados aos pacientes durante os serviços de medicina nuclear, possibilitando a aplicação de terapias específicas para diversos tipos de tumores. Para o bom funcionamento dessas atividades, se faz necessário uma equipe inter e multidisciplinar, para que os profissionais da área da saúde possam trabalhar de forma integrada com o serviço que utiliza de fontes de radiação não selada (Pozzo *et al*., 2014).

Dada a natureza do serviço, inevitavelmente são gerados rejeitos radioativos, que podem causar exposição acidental. Estes rejeitos devem ser tratados, acondicionados e mantidos em depósito adequado (Silva *et al*., 2021).

2.1 Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde

O gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) envolve a adoção de uma série de práticas organizacionais, baseadas em fundamentos técnicos, científicos, legais e normativos. Seu objetivo é reduzir a quantidade de resíduos gerados e garantir que os resíduos produzidos sejam tratados de maneira segura e eficiente, protegendo os trabalhadores, a saúde pública, os recursos naturais e o meio ambiente (Nazari *et al*., 2020).

Os resíduos serviços de saúde (RSS) representam riscos significativos, quando manuseados indevidamente, pois podem conter patógenos infecciosos, substâncias químicas tóxicas, metais pesados e até elementos genotóxicos ou radioativos (Nazari *et al*., 2020). Entre os principais riscos associados ao manejo inadequado de RSS, destacam-se a contaminação ambiental, a exposição acidental à radiação, e os acidentes de trabalho que afetam profissionais da saúde,

trabalhadores de limpeza pública e catadores de materiais recicláveis. (Nazari *et al*., 2020).

Para melhor organização dos diferentes tipos de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), estes são classificados em cinco grupos distintos, conforme a natureza e o risco que apresentam. O grupo A corresponde aos resíduos infectantes; o grupo B inclui os resíduos químicos; o grupo C abrange os rejeitos radioativos; o grupo D refere-se aos resíduos comuns, que não oferecem risco biológico, químico ou radiológico; e o grupo E é composto por materiais perfurocortantes, como agulhas e lâminas (Nazari *et al*., 2020).

Visando a manipulação correta dos diversos grupos de RSS, é necessário treinamento específico para os profissionais da saúde, levando em consideração os riscos e as responsabilidades de cada trabalhador. Nesse sentido, a segregação dos resíduos deve ser realizada no ponto de geração e depende da capacitação prévia da equipe, o que contribui para uma gestão mais eficaz dos resíduos. A legislação brasileira determina que todo gerador de RSS deve elaborar um Plano/Programa de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) e garantir o monitoramento e a avaliação contínua desse plano. Além disso, a legislação especifica que todos os profissionais, incluindo os temporários ou aqueles não diretamente envolvidos com o gerenciamento de resíduos, precisam conhecer o sistema de gerenciamento adotado, as práticas de segregação, e estar familiarizados com os símbolos, expressões e padrões de cores relacionados aos RSS. (Nazari *et al*., 2020).

A fim de melhor contemplar os objetivos deste projeto, abordaremos o grupo C dos resíduos de serviços de saúde (rejeitos radioativos). Estes rejeitos, por apresentarem a necessidade de isolamento durante o tempo de decaimento, são geridos pelo PGRR (Programa de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos) para evitar riscos desnecessários (Silva *et al*., 2021).

2.2 Rejeitos Radioativos

De acordo com a legislação em vigor, definida pela norma nuclear 8.01, rejeitos radioativos são materiais gerados por atividades humanas que contêm radionuclídeos em concentrações que excedem os limites de isenção definidos pela

regulamentação e que não possuem mais utilidade prevista no futuro. Esses materiais precisam ser gerenciados com cuidado devido à sua radioatividade e à necessidade de garantir a segurança e proteção da saúde pública e do meio ambiente. (CNEN, 2014).

A implementação de um Plano de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos (PGRR) é uma responsabilidade que recai sobre a administração do estabelecimento prestador de serviços. Esse plano deve ir além das etapas experimentais das práticas adotadas, detalhando e registrando as funções de todos os profissionais envolvidos na gestão dos rejeitos radioativos. Para isso, é essencial a utilização de Procedimentos Operacionais Padrão (POP), abrangendo atividades como: Separação dos materiais; Coleta adequada; Transporte com identificação precisa; Processamento ou tratamento dos rejeitos; Etapas de descontaminação e decaimento radioativo; Liberação dos materiais pelo supervisor de proteção radiológica; Destinação final como resíduo hospitalar, quando aplicável (Rissato *et al*., 2009).

Os serviços responsáveis pela geração de rejeitos radioativos devem dispor de competência técnica para realizar a coleta, caracterização e segregação desses materiais, bem como para armazená-los adequadamente durante o período de decaimento. Também é fundamental que sejam capazes de conduzir avaliações que assegurem que os rejeitos liberados atendam aos limites de eliminação permitidos pelas normas vigentes (Rissato *et al*., 2009).

2.3 Grandezas e Unidades

Na medicina nuclear, a medição da dose de radiação é fundamental para garantir a segurança dos pacientes e dos profissionais envolvidos nos procedimentos diagnósticos e terapêuticos. Diferentes grandezas e unidades são utilizadas para quantificar a exposição e os efeitos biológicos da radiação ionizante.

O roentgen (R) é uma unidade tradicional que mede a exposição à radiação em termos da ionização produzida no ar, sendo útil para avaliar a intensidade do campo de radiação, mas sem considerar os efeitos biológicos nos tecidos humanos (ICRP, 2007).

Já o milisievert (mSv), uma subunidade do sievert (Sv), é empregado para quantificar a dose equivalente e a dose efetiva, levando em conta a energia depositada e a sensibilidade dos órgãos expostos. Em radioproteção, o milisievert é amplamente utilizado para estimar o risco associado à exposição à radiação, sendo essencial para a definição de limites de dose e para a otimização dos protocolos de segurança em medicina nuclear (Tauhata *et al*., 2013).

3 MANUSCRITO

GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS EM UM SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR

Victor Mattei
Tatiane Sabriela Cagol Camozzato
Lucas Faconi Camargo

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo central avaliar a gestão de rejeitos radioativos em um serviço de medicina nuclear, com foco na conformidade normativa, segurança radiológica e aprimoramento de práticas. Por meio do acompanhamento das rotinas, análise documental e registros eletrônicos de rastreabilidade, foi possível caracterizar todas as etapas do gerenciamento, desde a segregação até ao descarte final no ambiente clínico. O estudo também possibilitou a elaboração de instruções técnicas específicas, incluindo um Procedimento Operacional Padrão (POP), suprindo a ausência desse tipo de documento no serviço analisado. A análise quantitativa dos rejeitos gerados entre 24 de março e 24 de junho de 2025 indicou que o tecnécio-99m (Tc-99m) foi o radionuclídeo mais frequente na prática clínica (71 kg produzidos no período avaliado), seguido pelo iodo-131 (23,5 kg) e o flúor-18 (4 kg). Notou-se, entretanto, um volume elevado de resíduos não caracterizados na radiofarmácia, sendo estes rejeitos provenientes da radioiodoterapia (120 kg em roupas contaminadas e 23 kg em rejeitos de excreta e materiais descartáveis). A estimativa de consumo de recipientes coletores de materiais perfuro cortantes e sacos hospitalares confirmou a relevância do controle preciso desses rejeitos. Durante a pesquisa, observou-se a necessidade de ampliar o espaço de armazenamento para o I-131, cujo decaimento prolongado exige maior tempo de permanência no ambiente clínico. Além disso, falhas pontuais em registros foram identificadas, reforçando a importância de um controle rigoroso e contínuo nas práticas de rastreabilidade. A pesquisa propôs soluções práticas para reduzir o volume ocupado por sacolas de rejeito da iodoterapia, buscando a eficiência do armazenamento. A comparação com os Programas de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (HUPAA) evidenciou que, embora a clínica siga as normativas vigentes da CNEN e ANVISA, há espaço para aprimorar a formalização dos procedimentos e a estrutura de gestão, com base em modelos mais robustos. Concluiu-se que a monitoração constante e a incorporação de melhorias técnicas são estratégias essenciais para fortalecer a segurança ambiental, ocupacional e pública na manipulação de rejeitos radioativos.

Descritores: Medicina Nuclear; Gerenciamento de Resíduos; Resíduos de Serviços de Saúde; Resíduos Radioativos; Rejeitos.

Abstract

This research aimed to monitor and evaluate the management of radioactive waste in a nuclear medicine service, focusing on regulatory compliance, radiological safety, and the improvement of practices. Through the monitoring of routines, document analysis, and electronic traceability records, it was possible to characterize all stages of waste management, from segregation to final disposal within the clinical setting. The study also enabled the development of specific technical guidelines, including a Standard Operating Procedure (SOP), addressing the lack of such a document in the analyzed service. The quantitative analysis of waste generated between March 24 and June 24, 2025, indicated that technetium-99m (Tc-99m) was the most frequently used radionuclide in clinical practice (71 kg produced in the evaluated period), followed by iodine-131 (23.5 kg) and fluorine-18 (4 kg). However, a significant amount of uncharacterized waste was observed in the radiopharmacy, mainly from radioiodine therapy (120 kg of contaminated clothing and 23 kg of excreta waste and disposable materials). The estimated consumption of sharps containers and hospital waste bags confirmed the relevance of precise control over this type of waste. During the study, the need to expand storage space for I-131 was identified, given its prolonged decay time, which requires extended storage in the clinical environment. Additionally, occasional record-keeping failures were observed, reinforcing the importance of strict and continuous traceability practices. The study proposed practical solutions to reduce the volume occupied by radioiodine therapy waste bags, aiming to improve storage efficiency. A comparison with the Radioactive Waste Management Programs of the State University of Campinas (UNICAMP) and the Professor Alberto Antunes University Hospital (HUPAA) revealed that, although the clinic complies with current CNEN and ANVISA regulations, there is room to enhance the formalization of procedures and management structure by adopting more robust models. It was concluded that continuous monitoring and the incorporation of technical improvements are essential strategies to strengthen environmental, occupational, and public safety in the handling of radioactive waste.

Keywords: Nuclear Medicine; Waste Management; Healthcare Waste; Radioactive Waste; Waste.

3.1 Introdução

A medicina nuclear é uma especialidade médica que se destaca pelo uso de radiofármacos, que são compostos formados pela junção de radionuclídeos emissores de radiação ionizante não selados a moléculas de interesse biológico. Estes, possuem aplicações tanto diagnósticas quanto terapêuticas, conforme a patologia em questão (Camozzato *et al*., 2020). A complexidade dos procedimentos exige a atuação de uma equipe inter e multidisciplinar, assegurando que os profissionais de saúde operem de maneira integrada com fontes radioativas não seladas (Pozzo *et al*., 2014).

Naturalmente, a prática da medicina nuclear gera rejeitos radioativos, cuja má gestão pode acarretar riscos de exposição acidental à radiação. Esses materiais devem ser corretamente tratados, acondicionados e armazenados em locais adequados (Silva *et al*., 2021). No contexto mais amplo da saúde, o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (RSS) deve seguir princípios técnicos, legais e científicos, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos e garantir seu tratamento seguro, protegendo tanto os trabalhadores quanto o meio ambiente (Nazari *et al*., 2020).

Entre os riscos associados ao manejo inadequado dos RSS estão a contaminação ambiental, acidentes de trabalho e a exposição a agentes infecciosos, tóxicos ou radioativos, afetando especialmente profissionais da saúde, trabalhadores da limpeza e catadores (Nazari *et al*., 2020). Por isso, os RSS são classificados em cinco grupos: A (infectantes), B (químicos), C (radioativos), D (comuns) e E (perfurocortantes), cada um exigindo estratégias específicas de segregação e descarte (Nazari *et al*., 2020).

A legislação brasileira exige que todos os geradores de RSS elaborem e mantenham atualizado um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), assegurando que todos os profissionais, inclusive os temporários, conheçam os protocolos adotados (Nazari *et al*., 2020). No caso dos rejeitos radioativos, classificados como Grupo C, é necessário seguir um Programa de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos (PGRR), devido à sua natureza específica e à exigência de isolamento até atingir níveis seguros de radiação (Silva *et al*., 2021).

Segundo a norma CNEN NN-8.01 (CNEN, 2014), rejeitos radioativos são materiais sem utilidade futura que contêm radionuclídeos em concentrações superiores aos limites de isenção. Cabe aos serviços geradores implementar o PGRR com responsabilidade, detalhando o papel de cada profissional, adotando Procedimentos Operacionais Padrão (POP) e assegurando o rastreio e o tratamento adequados — incluindo segregação, coleta, transporte, decaimento, descontaminação, liberação e destinação final (Rissato *et al*., 2009).

A competência técnica dos serviços é fundamental para garantir que os resíduos sejam armazenados com segurança durante o decaimento e liberados apenas quando os níveis estiverem dentro dos limites permitidos, prevenindo assim a exposição de indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs) e do público em geral (Silva *et al*., 2021). Tendo em mente que uma gestão eficiente dos rejeitos radioativos é indispensável para preservar a saúde humana e o equilíbrio ambiental, este trabalho tem por objetivo a análise da gerência do resíduo radioativo em um serviço de medicina nuclear.

3.2 Materiais e métodos

Esta pesquisa adotou uma forma de estudo de campo exploratória, utilizando de uma metodologia qualitativa, estruturada com o objetivo de analisar a gestão de rejeitos radioativos em um Serviço de Medicina Nuclear (SMN).

A pesquisa foi conduzida por meio da análise dos documentos e registros, análise da rastreabilidade de rejeitos, por meio de registro eletrônico, com finalidade de uma avaliação mais detalhada em cada etapa do processo.

O estudo foi realizado em um serviço de medicina nuclear previamente selecionado, preservando o anonimato da instituição, buscando garantir a confidencialidade das informações.

Para a execução da pesquisa foram executadas as seguintes etapas: acesso à base de dados, visita ao serviço para interpretação da coleta de dados, realização de uma inquirição documental, desenvolvimento de instruções técnicas e análise do registro de rejeitos durante o período de 24 de março à 24 de junho de 2025. O estudo foi realizado em um serviço de medicina nuclear da grande Florianópolis, em

Santa Catarina, que autorizou o acesso ao sistema de registro de rejeitos radioativos.

Na tabela de registro analisada consta as seguintes informações essenciais para o controle dos rejeitos radioativos: o radioisótopo utilizado, a constante de decaimento (λ), o conteúdo presente no recipiente, o peso (em kg) e o volume (em litros), a taxa de exposição (em μR/h), a atividade estimada (em mCi), o tempo de armazenamento, a data prevista de liberação e a data efetiva de liberação.

Após o acesso aos dados, foi realizada uma visita ao serviço com o objetivo de conhecer a rotina, descrevendo-a, para melhor entendimento do ambiente de trabalho. Realizou-se uma análise dos documentos da instituição, como o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e o Programa de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), comparando-os a outros documentos de outras instituições que contemplem a gerência de rejeitos radioativos. Desenvolveu-se instruções técnicas para o melhor funcionamento do serviço, como o exemplo de Procedimentos Operacionais Padrão (POP), disponível no apêndice A, e também uma sugestão para melhor armazenagem de rejeitos da radioiodoterapia. Por último, quantificou-se a frequência e o volume de rejeitos gerados no período escolhido, tabelando-os e discutindo os resultados.

Os dados desta pesquisa não envolveram o uso de informações confidenciais do paciente, ou contato com os mesmos. Então, não se fez necessário contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Além disso, todas as atividades foram conduzidas em conformidade com as normas de biossegurança e proteção radiológica, minimizando riscos aos pesquisadores e profissionais envolvidos.

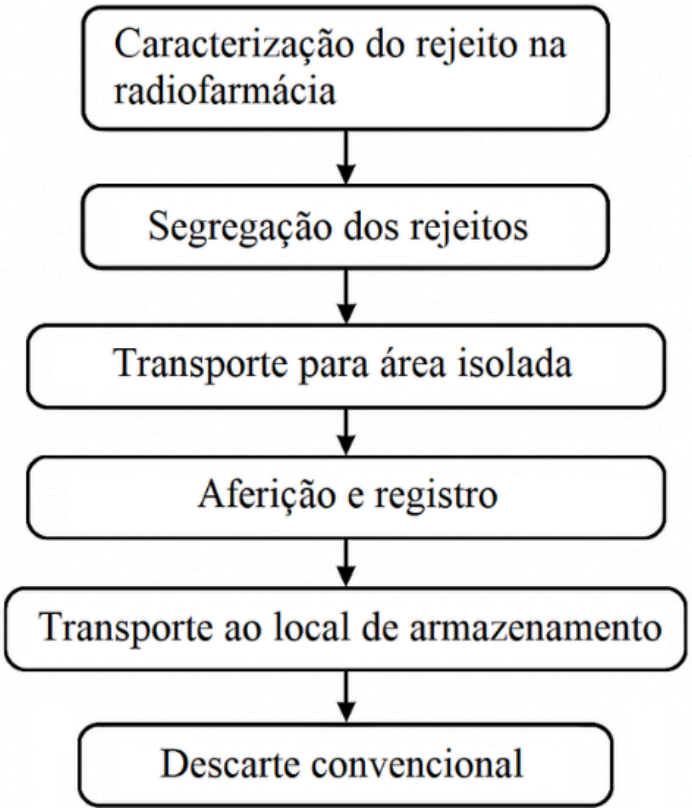
3.3 Resultados

3.3.1 Descrição da rotina da gerência de rejeitos radioativos

A gestão de rejeitos radioativos em serviços de medicina nuclear segue um fluxo organizado, que visa assegurar tanto a proteção radiológica dos trabalhadores quanto a minimização de riscos ambientais. Esse processo prossegue por etapas sistemáticas que incluem a segregação, o transporte para áreas controladas, a aferição, o registro e o armazenamento adequado até que seja possível realizar o descarte final dentro dos

padrões legais estabelecidos. A Figura 1 ilustra esse passo a passo de forma esquemática, evidenciando a importância de cada fase para o controle seguro dos rejeitos radioativos no contexto hospitalar.

Figura 1:



Fonte: do Autor (2025)

A gerência do rejeito radioativo do serviços de medicina nuclear é realizada iniciamente pela caracterização do rejeito na radiofarmácia, que consiste na identificação do radionuclídeo presente e da sua meia-vida, determinando assim a forma adequada de acondicionamento e descarte inicial. No serviço ambiente da pesquisa, resíduos contendo tecnécio-99m são destinados a um recipiente coletor blindado específico, enquanto aqueles provenientes de radionuclídeos com meias-vidas mais curtas são acondicionados em outro recipiente separado, visando a adequada segregação desde a origem.

À medida que estas diversas caixas coletoras espalhadas pelo ambiente clínico vão sendo, elas são devidamente lacradas e transportadas para uma área isolada. Nesse local, é realizada a aferição do nível radiométrico e todas as informações referentes ao rejeito são registradas no sistema de controle da instituição, e os

recipientes recebem etiquetas identificadoras contendo os dados da data, radionuclídeo, atividade e tempo estimado de liberação. Após a identificação e registro no sistema, o rejeito radioativo embalado é transportado ao seu local final dentro do ambiente clínico.

Quinzenalmente, realiza-se uma verificação no sistema para identificar quais resíduos já se encontram dentro dos parâmetros de liberação, ou seja, a qual radioatividade decaiu a níveis compatíveis com os limites legais para serem liberados como lixo hospitalar comum. Após essa análise, o profissional responsável dirige-se ao local de armazenamento e realiza uma nova aferição dos níveis de radiação nos recipientes. Uma vez confirmada a condição de segurança, os rejeitos são liberados para o descarte convencional, em conformidade com as normas de biossegurança e radioproteção.

Rejeitos gerados na radioiodoterapia, como roupas e lençóis contaminados, também passam por esse processo de caracterização. Entretanto, rejeitos líquidos são descartados em rede de esgoto, desde que se adequem aos parâmetros de segurança ambiental, respeitando os limites de concentração estabelecidos pela CNEN.

3.3.2 Análise de documentos institucionais

A análise dos documentos institucionais, como o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), permitiu verificar a adequação das práticas adotadas no Serviço de Medicina Nuclear (SMN) quanto à segurança radiológica e à proteção da saúde ocupacional.

O PGRSS do SMN define normas e procedimentos para o manejo dos rejeitos radioativos classificados no Grupo C, em conformidade com a legislação vigente. Esses rejeitos compreendem materiais como seringas, agulhas, frascos, algodão, luvas e utensílios descartáveis que tiveram contato com radiofármacos, os quais são considerados impróprios para reutilização por apresentarem níveis de radioatividade superiores aos limites de isenção estabelecidos.

Complementarmente, PCMSO do SMN reconhece a radiação ionizante como um agente de risco ocupacional, contemplando funções que envolvem exposição direta ou indireta a materiais radioativos. Para isso, prevê ações de vigilância por meio de exames médicos clínicos e complementares periódicos, com o objetivo de identificar precocemente possíveis agravos à saúde relacionados à atividade profissional.

3.3.3 Instruções técnicas

Durante este trabalho, foi elaborado um Procedimento Operacional Padrão (POP) específico para a caracterização e o gerenciamento seguro de rejeitos radioativos no setor de medicina nuclear, conforme descrito no Apêndice A. Este documento institucional estabelece diretrizes que incluem o objetivo do procedimento, a definição das áreas de abrangência, as responsabilidades dos profissionais envolvidos, os materiais necessários, bem como as etapas operacionais que vão desde a segregação na origem até a liberação dos materiais após o decaimento. Também contempla o controle de inventário e as medidas de segurança, incluindo o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Esse POP segue com rigor as diretrizes da CNEN-NN-8.01, RDC 222/2018 e tem como base os modelos das instituições como a UNICAMP e HUPAA, idealizando buscando suprir a ausência desse documento na rotina operacional do setor de medicina nuclear.

Para a armazenagem de rejeitos compactáveis vindos da radioiodoterapia, foi sugerida uma mudança no procedimento, visando otimizar o espaço físico ocupado durante o armazenamento. A proposta consiste na utilização de uma pistola de sucção (ou equipamento similar) para realizar a retirada do ar das sacolas que contêm materiais contaminados, como roupas de cama, vestimentas e resíduos sólidos descartados pelos pacientes. Ao eliminar o volume de ar presente nas embalagens, o tamanho ocupado pelos rejeitos é significativamente reduzido, permitindo uma melhor organização dentro dos recipientes e, consequentemente, maior eficiência no aproveitamento do espaço disponível no armazém de armazenamento temporário para decaimento.

3.3.4 Registro de rejeitos

A análise dos dados de 24 de março a 24 de junho de 2025 referenciados no anexo B e C, permitiu quantificar o volume e a frequência de rejeitos radioativos e contaminados provenientes das atividades do serviço de medicina nuclear. Os dados foram organizados com base no peso total dos resíduos por radionuclídeo e por categoria de descarte, considerando como referência o uso de de uma caixa coletora de material perfurocortante de 1,5 litros (capacidade média de 1-2 kg) e sacos próprios para rejeito hospitalar, quando aplicável.

O radionuclídeo com maior utilização foi o tecnécio-99m (Tc-99m), totalizando 71 kg no período, o que representa uma média de aproximadamente 23,7 kg por mês. Essa quantidade resultou em uma estimativa de uso aproximado de uma caixa coletora de 1,5L a cada dois dias, o que equivale a cerca de 3,95 recipientes por semana. Em seguida, o iodo-131 (I-131) gerou 23,5 kg no total, demandando aproximadamente um caixa coletora a cada seis dias (~7,83 kg/mês). Já os resíduos de flúor-18 (F-18), utilizados em menor escala, somaram apenas 4 kg no período estudado (~1,3 kg/mês), evidenciando seu baixíssimo uso em comparação aos outros radionuclídeos. Os resíduos gerados especificamente por pacientes submetidos à iodoterapia foram divididos em duas categorias: roupas contaminadas e lixo contaminado (ex.: lenços, papel, restos de comida).

Figura 2: Exemplo de caixa coletora (marca suprimida pelo autor)



Fonte: Do Autor (2025)

As roupas da radioiodoterapia, registradas em tabela própria para melhor gerência, representaram a maior porção em peso de rejeitos gerados, com 120 kg acumulados, resultando em uma média de descarte de aproximadamente 40 kg por mês. Por sua natureza volumosa e não compactável, esses resíduos foram armazenados em sacos para rejeito hospitalar, com uma estimativa de um saco para lixo hospitalar sendo preenchido a cada dois ou três dias. Já o lixo da iodoterapia totalizou 23 kg no período (~7,7 kg/mês), também acondicionado em sacos próprios para pesagem antes do descarte, com enchimento médio de um saco a cada dez dias. Conforme referenciado na tabela 1.

Tabela 1:

TIPO DE REJEITO	PESO TOTAL (KG)	MÉDIA MENSAL (KG)	TIPO DE RECIPIENTE	FREQUÊNCIA DE ENCHIMENTO
Tc-99m	71	23,7	Caixa coletora (1,5L)	1 recipiente a cada 2 dias (~3,95 por semana)
I-131	23,5	7,83	Caixa coletora (1,5L)	1 recipiente a cada 6 dias (~1,3 por semana)
F-18	4	1,33	Caixa coletora (1,5L)	1 recipiente por mês (~0,25 por semana)
Roupas da Radioiodoterapia	120	40	Saco p/ lixo hospitalar (1-2kg)	1~2 recipiente por dia (~6,85 por semana)
Lixo da Radioiodoterapia	23	7.7	Saco p/ lixo hospitalar (1-2kg)	1~2 recipiente por dia (~1,6 por semana)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A tabela apresentada sistematiza os principais rejeitos radioativos provenientes da prática em Medicina Nuclear, organizando-os segundo tipo, peso total, média mensal, forma de acondicionamento e frequência de enchimento. Nota-se a predominância de radionuclídeos de uso rotineiro, como Tc-99m, I-131 e F-18, além de resíduos sólidos oriundos da radioiodoterapia, todos com características específicas de geração e descarte.

3.4 Discussão

A análise dos dados de rejeitos radioativos revela um panorama detalhado sobre a rotina de gerenciamento desses materiais no ambiente clínico. O tecnécio-99m (Tc-99m) e o iodo-131 (I-131) destacaram-se como os radionuclídeos com maior geração de rejeitos, com quantidades significativas de resíduos armazenados. Um ponto crucial é que notou-se a necessidade de instalação de depósitos adicionais para o armazenamento do I-131, considerando o volume e o tempo prolongado de permanência desse material na clínica. Enquanto o Tc-99m, com sua meia-vida curta, apresenta uma frequência de geração e descarte mais dinâmica, o I-131 requer maior espaço e tempo de armazenamento, uma vez que o tempo de decaimento é consideravelmente mais longo. Esta situação pode gerar acúmulo nos depósitos atuais, comprometendo a capacidade de armazenamento e a eficiência do gerenciamento.

Além disso, a análise revelou falhas pontuais nos registros de rejeitos, como a falta de identificação do box de armazenamento em alguns casos e, ocasionalmente, a ausência da data de liberação nas etiquetas dos recipientes. Tais inconsistências podem comprometer o controle e a rastreabilidade dos materiais, prejudicando o processo de aplicação de normas de segurança. Essas falhas foram observadas com menor frequência após a adoção de práticas mais rigorosas de verificação quinzenal do armazém, implementadas a partir de 30/05, quando os atrasos na liberação dos rejeitos começaram a ser reduzidos. Com base na discussão do estudo de campo, é possível afirmar que a implementação de práticas regulares de fiscalização e verificação tem impacto direto na redução de falhas operacionais e pendências na gestão de rejeitos radioativos. A atuação contínua do tecnólogo em radiologia, sobretudo no que se refere à gestão de rejeitos radioativos, constitui uma ferramenta indispensável para sua preparação sistêmica diante dos desafios profissionais atuais, assegurando competências que o qualificam também para atuar em processos de auditoria e inspeção radiológica (Basulto; Rodríguez, 2024).

A análise dos dados coletados evidencia que inconsistências no registro de rejeitos, como a ausência de identificação do box de armazenamento e a falta da data de liberação dos recipientes, embora inicialmente recorrentes, tornaram-se menos frequentes após a adoção de uma rotina de inspeção quinzenal. Conforme

observado por Uehara, Veiga e Takayanagui (2019), em sua pesquisa realizada em hospitais de Ribeirão Preto, mesmo com a existência de diretrizes normativas, persistem inadequações no manejo dos resíduos de serviços de saúde, incluindo falhas em etapas como transporte interno, armazenamento temporário e identificação. Tais constatações dialogam com os achados do presente estudo, em que inconsistências nos registros de rejeitos radioativos, como a ausência de identificação do box de armazenamento e da data de liberação, foram inicialmente frequentes.

Colaborando com essa constatação, Slutzman *et al*. (2022) demonstra por meio de uma revisão sistemática de auditorias de resíduos em serviços de saúde, que auditorias frequentes e bem estruturadas não apenas elevam a qualidade dos dados de descarte, como também identificam rapidamente desvios nos procedimentos de segregação, armazenamento e eliminação. O estudo, ao compilar práticas de mais de 150 auditorias em 37 países, evidencia que a repetição e institucionalização dessas operações estão associadas à maior conformidade normativa e redução de riscos associados à gestão de resíduos perigosos, incluindo os hospitalares e radioativos. A padronização dos métodos de auditoria e a criação de uma cultura institucional voltada à vigilância ativa contribuem diretamente para minimizar pendências operacionais e administrativas (Slutzman *et al*., 2022).

Ravichandran *et al.* (2011) mostram que a documentação sistemática de rejeitos, em fichas padronizadas com dados sobre tipo, data e atividade, é essencial para a auditoria interna contínua. Essas fichas, garantem rastreabilidade e conformidade regulatória. O procedimento permite identificar inconsistências e prevenir desvios, fortalecendo o controle de segurança. Tal prática reforça a ideia de Slutzman *et al.* (2022) de que auditorias frequentes promovem transparência e melhoria contínua na gestão de rejeitos. Nesse contexto, conclui-se que a prática adotada a partir de 30/05, com a fiscalização quinzenal dos depósitos, caminha na direção das boas práticas recomendadas internacionalmente. Essa aderência operacional proporcionou maior controle sobre os rejeitos armazenados, possibilitando decisões mais seguras quanto à liberação, descarte e manutenção da segurança radiológica, tanto para os trabalhadores quanto para o meio ambiente. A constatação de melhorias após a implementação dessa rotina de verificação

sustenta o argumento de que a frequência e sistematização das fiscalizações são fatores-chave para a eficácia da gestão de rejeitos radioativos no ambiente clínico.

O estudo apresentado por Sun, Li e Zhu (2025), corrobora diretamente com as afirmações anteriores, ao demonstrar que a implementação de um sistema de gestão multidimensional (WSR), que inclui verificações processuais regulares, é eficaz na redução de falhas operacionais. Os autores constataram que a abordagem sistemática resultou em proporções significativamente menores de fontes de risco relacionadas à conscientização sobre segurança e ao descarte de resíduos no grupo de intervenção, além de elevar a capacidade de controle de risco da equipe.

O PGRSS e PCMSO do SMN ao ser analisado e comparado com programas específicos de gerenciamento de rejeitos radioativos (PGRR) adotados em instituições de maior porte, como o Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (HUPAA) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), demonstrou que, apesar das diferenças de porte, complexidade e volume de geração, evidenciou-se que todos os documentos seguem as normativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), especialmente a norma CNEN-NN-8.01, que regulamenta a gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio nível, além da legislação sanitária vigente. A semelhança entre os planos está no atendimento às etapas fundamentais do gerenciamento de rejeitos radioativos, que abrangem desde a identificação, segregação e acondicionamento até o transporte interno, armazenamento temporário para decaimento e destinação final segura.

Todas as três instituições adotam procedimentos que garantem a segurança radiológica, utilizando recipientes blindados, controle rigoroso da radiometria, sinalização específica e procedimentos que impedem a liberação inadequada dos rejeitos no meio ambiente. A lógica de proteção dos trabalhadores, da população e do meio ambiente é o ponto central em todas as instituições, independentemente de seu porte.

Contudo, A leitura revelou que tanto a UNICAMP quanto o HUPAA adotam uma gestão mais formalizada, com a elaboração de Procedimentos Técnicos/Procedimentos Operacionais Padrão (PT/POP) específicos para cada etapa, controle rigoroso de inventário de rejeitos, uso de indicadores ambientais,

definição clara de responsabilidades e estratégias robustas de comunicação interna. Na UNICAMP, por exemplo, o PGRR integra o Plano de Gestão de Resíduos da universidade, com descrições extremamente detalhadas das responsabilidades, critérios de segregação, critérios de projeto de abrigos, procedimentos de descaracterização de equipamentos radiativos e auditoria constante dos processos. O hospital HUPAA também demonstra um alto nível de controle, implementando diagnósticos situacionais, planos de ação formais e monitoramento sistemático dos dados de geração e destinação.

A pesquisa indicou que a gestão de rejeitos no SMN é eficaz, seguindo as diretrizes da CNEN e das normativas vigentes, como a RDC 222/2018. No entanto, é imprescindível continuar aplicando essas regras de forma constante, para garantir que a segurança radiológica e ambiental seja mantida em alto nível. A introdução de novas técnicas e melhorias, como a otimização do armazenamento e a implementação de processos mais rigorosos de monitoramento, são fundamentais para melhorar ainda mais a gestão dos resíduos.

Em medições radiológicas, é comum a adoção de simplificações geométricas, como tratar volumes de rejeitos radioativos em caixas de descarte como se fossem fontes pontuais homogêneas. No entanto, essa aproximação ignora a distribuição espacial real do material e as interações do campo de radiação com a geometria do recipiente, levando a discrepâncias significativas entre os valores teóricos e os dados experimentais. Estudos demonstram que essa prática pode resultar em subestimação de até 70% nas taxas de exposição medidas com detectores do tipo Geiger-Müller, o que compromete não apenas a acurácia dos cálculos, mas também a segurança radiológica e o cumprimento das exigências normativas (BRAMBILLA, Cláudia Régio; HOFF, Gabriela. 2014).

Todos os rejeitos registrados foram destinados ao descarte final apenas após atingirem níveis de radiação compatíveis com o background ambiental, conforme verificado por meio de aferições radiométricas periódicas, garantindo que sua liberação ocorresse de forma segura e em conformidade com os critérios estabelecidos pela CNEN.

3.5 Conclusão

Concluiu-se que a monitoração constante e a incorporação de melhorias técnicas são estratégias essenciais para fortalecer a segurança ambiental, ocupacional e pública na manipulação de rejeitos radioativos. A adoção de fiscalizações periódicas, aliada a registros mais precisos e à padronização dos procedimentos, contribui para reduzir falhas operacionais e consolidar uma cultura de boas práticas. Nesse contexto, a conformidade normativa deixa de ser apenas uma exigência regulatória e se torna parte de um compromisso contínuo com a qualidade, a segurança radiológica e a proteção da sociedade e do meio ambiente.

Referências

BASULTO, Maurice José González; RODRÍGUEZ, Jaqueline García. **Formación profesional de tecnólogos en medicina nuclear para la gestión de desechos radiactivos.** Medisan 2024.

BRAMBILLA, Cláudia Régio; HOFF, Gabriela. **Impact evaluation of the geometry on measurements of solid radioactive waste exposure rates in nuclear medicine.** Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 30, n. 4, p. 330–340, dez. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 222**, de 28 de março de 2018.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). **CNEN NN 8.01: Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.** Rio de Janeiro, 2014.

CAMOZZATO, Tatiane Sabriela Cagol *et al*. **Medicina nuclear na prática.** 1° edição. Florianópolis: IFSC, 2020.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PROFESSOR ALBERTO ANTUNES (HUPAA/EBSERH/UFAL). **PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.** Maceió, 2023.

NAZARI, Mateus Torres *et al*. **Incidência de resíduos de serviços de saúde em cooperativas de triagem de materiais recicláveis.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 25, p. 271–279, 17 abr. 2020.

POZZO, Lorena *et al.* **O SUS na medicina nuclear do Brasil: avaliação e comparação dos dados fornecidos pelo Datasus e CNEN.** Radiologia Brasileira, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 141-148, maio/jun. 2014.

RAVICHANDRAN, R. *et al.* **An overview of radioactive waste disposal procedures of a nuclear medicine department.** Journal of Medical Physics, v. 36, n. 2, p. 95, 2011.

RISSATO, Maria Lúcia *et al*. **Importância do Gerenciamento de Rejeitos Radioativos na Iodoterapia.** Revista Brasileira Multidisciplinar, 10 jan. 2009.

SILVA, Ângelo Augusto da *et al.* **Gerenciamento dos rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Radiologia) – Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, Recife, 2021.

SLUTZMAN, J. E. et al. **Waste audits in healthcare: A systematic review and description of best practices.** Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, v. 41, n. 1, p. 3–17, 2 jun. 2022.

SUN, Peng; LI, Guanting; ZHU, Yunhe. **Analyzing Radiation Protection Risks in Nuclear Medicine: Cause Investigation and WSR-Based Countermeasure Evaluation.** Risk Management and Healthcare Policy, v. Volume 18, p. 329–337, 1 fev. 2025.

UEHARA, Sílvia Carla da Silva André; VEIGA, Tatiane Bonametti; TAKAYANAGUI, Angela Maria Magosso. **Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em hospitais de Ribeirão Preto (SP), Brasil.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 24, n. 1, p. 121–130, fev. 2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP) Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI) Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) **Programa de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos - PGRR.** São Paulo, 2021.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da comparação de documentos, aponta-se que o PGRSS do serviço estudado atende adequadamente às exigências legais e operacionais dentro da realidade de um SMN, com procedimentos seguros e eficazes. Entretanto, poderia ser significativamente aprimorado ao incorporar práticas adotadas nas instituições de grande porte, como a formalização de procedimentos técnicos específicos, como o desenvolvido neste trabalho, pois essa medida fortaleceria ainda mais a segurança radiológica do processo de gerenciamento dos rejeitos radioativos no setor. No que diz respeito a aplicação do protocolo, a análise dos rejeitos gerados no serviço de medicina nuclear estudado evidenciou a necessidade de maior clareza no preenchimento dos registros, para evitar a perda de rastreamento do rejeito radioativo gerado. A ampliação das instalações de armazenagem, especialmente dos depósitos destinados ao I-131, contribuiria para desafogar a demanda por espaço, proporcionando maior flexibilidade no gerenciamento dos rejeitos acumulados.

A rastreabilidade constante dos rejeitos radioativos, aliada à revisão e aprimoramento contínuo das práticas de gerenciamento, se mostrou fundamental para promover mudanças que resultem em melhorias significativas na segurança do ambiente de trabalho, na proteção ocupacional do Indivíduo Ocupacionalmente Exposto (IOE), e também, na segurança dos indivíduos do público. Esse acompanhamento sistemático permitiu a avaliação das técnicas de gestão, demonstrando sua aderência às normas vigentes e também permitiu a implementação de medidas corretivas em relação ao registro de rejeitos e sugeriu melhorias na rotina.

Como perspectiva para trabalhos futuros, sugere-se investigar o impacto das simplificações geométricas na estimativa de taxas de exposição de rejeitos radioativos em serviços de medicina nuclear, comparando modelos teóricos com medições experimentais reais. O estudo poderia propor métodos de correção ou modelos mais precisos de cálculo, visando aprimorar a segurança radiológica e o cumprimento das normas regulatórias.

REFERÊNCIAS

BASULTO, Maurice José González; RODRÍGUEZ, Jaqueline García. **Formación profesional de tecnólogos en medicina nuclear para la gestión de desechos radiactivos.** Medisan 2024.

BRAMBILLA, Cláudia Régio; HOFF, Gabriela. **Impact evaluation of the geometry on measurements of solid radioactive waste exposure rates in nuclear medicine.** Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 30, n. 4, p. 330–340, dez. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 222**, de 28 de março de 2018.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). **CNEN NN 3.01: Requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica de fontes de radiação.** Brasília, 2024.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). **CNEN NN 8.01: Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.** Rio de Janeiro, 2014.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). **CNEN-NE-6.05: Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas.** Rio de Janeiro, 1985.

CAMOZZATO, Tatiane Sabriela Cagol *et al*. **Medicina nuclear na prática.** 1° edição. Florianópolis: IFSC, 2020.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PROFESSOR ALBERTO ANTUNES (HUPAA/EBSERH/UFAL). **PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.** Maceió, 2023.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection.** Annals of the ICRP, v. 37, n. 2-4, 2007.

NAZARI, Mateus Torres *et al*. **Incidência de resíduos de serviços de saúde em cooperativas de triagem de materiais recicláveis.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 25, p. 271–279, 17 abr. 2020.

POZZO, Lorena *et al.* **O SUS na medicina nuclear do Brasil: avaliação e comparação dos dados fornecidos pelo Datasus e CNEN.** Radiologia Brasileira, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 141-148, maio/jun. 2014.

RAVICHANDRAN, R. *et al.* **An overview of radioactive waste disposal procedures of a nuclear medicine department.** Journal of Medical Physics, v. 36, n. 2, p. 95, 2011.

RISSATO, Maria Lúcia *et al*. **Importância do Gerenciamento de Rejeitos Radioativos na Iodoterapia.** Revista Brasileira Multidisciplinar, 10 jan. 2009.

SANTOS, Nagela Rosita Conte dos; CAMOZZATO, Tatiane Sabriela Cagol; MEDEIROS, Caroline de. **Segurança do paciente em serviços de medicina nuclear: uma revisão sistemática.** RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, v. 3, n. 12, 2022.

SILVA, Ângelo Augusto da *et al.* **Gerenciamento dos rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Radiologia) – Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, Recife, 2021.

SLUTZMAN, J. E. et al. **Waste audits in healthcare: A systematic review and description of best practices.** Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, v. 41, n. 1, p. 3–17, 2 jun. 2022.

SUN, Peng; LI, Guanting; ZHU, Yunhe. **Analyzing Radiation Protection Risks in Nuclear Medicine: Cause Investigation and WSR-Based Countermeasure Evaluation.** Risk Management and Healthcare Policy, v. Volume 18, p. 329–337, 1 fev. 2025.

TAUHATA, Luiz. *et al*. **Radioproteção e dosimetria: fundamentos** - 9ª revisão novembro/2013. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2013.

UEHARA, Sílvia Carla da Silva André; VEIGA, Tatiane Bonametti; TAKAYANAGUI, Angela Maria Magosso. **Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em hospitais de Ribeirão Preto (SP), Brasil.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 24, n. 1, p. 121–130, fev. 2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP) Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI) Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) **Programa de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos - PGRR.** São Paulo, 2021.

Apêndice A

Procedimentos Operacionais Padrão para Gerenciamento de Rejeitos Radioativos

1. Objetivo

Estabelecer os procedimentos operacionais padrão para o gerenciamento seguro de rejeitos radioativos gerados nas atividades da instituição, desde a geração até o armazenamento temporário, decaimento e destinação final, em conformidade com a CNEN-NN-8.01, a RDC 222/2018 (ANVISA) e demais legislações aplicáveis.

2. Abrangência

Aplica-se a todos os profissionais da instituição que atuam diretamente nas áreas de radiofarmácia, salas de exames, procedimentos terapêuticos e setores responsáveis pela coleta, acondicionamento, transporte interno e monitoramento dos rejeitos radioativos.

3. Responsabilidades

Supervisor de Radioproteção/Físico Médico: Responsável técnico pelo gerenciamento dos rejeitos radioativos, medições de radiometria, liberação após decaimento e controle dos registros.

Equipe Técnica (Tecnólogos, Técnicos, Biomédicos, Enfermeiros): Realizar a segregação, acondicionamento e transporte interno dos rejeitos até o depósito de armazenamento temporário, conforme os procedimentos.

Direção da Unidade**:** Garantir os recursos necessários para execução segura e legal dos procedimentos.

4. Materiais Necessários

- Recipientes blindados (caixas de MDF com revestimento de chumbo) para armazenamento temporário.
- Caixas para perfurocortantes devidamente sinalizadas.
- Sacos plásticos pretos resistentes, com identificação de material radioativo.
- Etiquetas e rótulos contendo: símbolo internacional da radiação, nome do radionuclídeo, atividade, data de acondicionamento e responsável.
- Carrinho blindado para transporte interno dos rejeitos.

- Dosímetro portátil e monitor de contaminação superficial.

5. Procedimento Operacional

5.1 Segregação na Origem: Todo material potencialmente contaminado (seringas, agulhas, algodão, papel, vestimentas, frascos) deve ser segregado no local de geração. Não misturar rejeitos radioativos com resíduos comuns, biológicos, químicos ou perfurocortantes não radioativos.

5.2 Acondicionamento: Acondicionar os rejeitos em caixas blindadas ou recipientes apropriados, conforme o tipo de material (sólido, líquido ou perfurocortante). Realizar a identificação externa com rótulo contendo: símbolo internacional de radiação, nome do radionuclídeo (ex.: 99mTc, 131I), atividade na data de acondicionamento (em µCi ou MBq), data de acondicionamento e previsão para liberação, nome e assinatura do responsável.

5.3 Transporte Interno: Realizar o transporte dos rejeitos das áreas de geração até o depósito de armazenamento temporário utilizando carrinho blindado. Executar o transporte em horários de baixo fluxo de pessoas, seguindo rotas pré-definidas.

5.4 Armazenamento Temporário (Decaimento): Depositar os rejeitos na sala de armazenamento blindada, devidamente sinalizada. Manter organizados por radionuclídeo e por data de acondicionamento, respeitando o tempo necessário de decaimento até que atinjam níveis abaixo dos limites de dispensa da CNEN. Realizar medições periódicas com monitor de radiação para acompanhamento da atividade residual.

5.5 Liberação Pós-Decaimento: Após atingir os limites de dispensa (< 2 µCi/kg), o Supervisor de Radioproteção realiza a medição final. Retirar a sinalização de radiação e reclassificar o rejeito para resíduos comuns ou perfurocortantes, conforme a natureza física. Encaminhar para o sistema de coleta convencional da instituição, com documentação registrada.

6. Controle de Inventário

Manter livro ou sistema eletrônico de controle contendo:

- Data de geração
- Tipo de rejeito

- Radionuclídeo e atividade inicial
- Local de armazenamento
- Data de liberação e destino final
- Assinatura do responsável pelo acompanhamento

7. Medidas de Segurança e EPIs

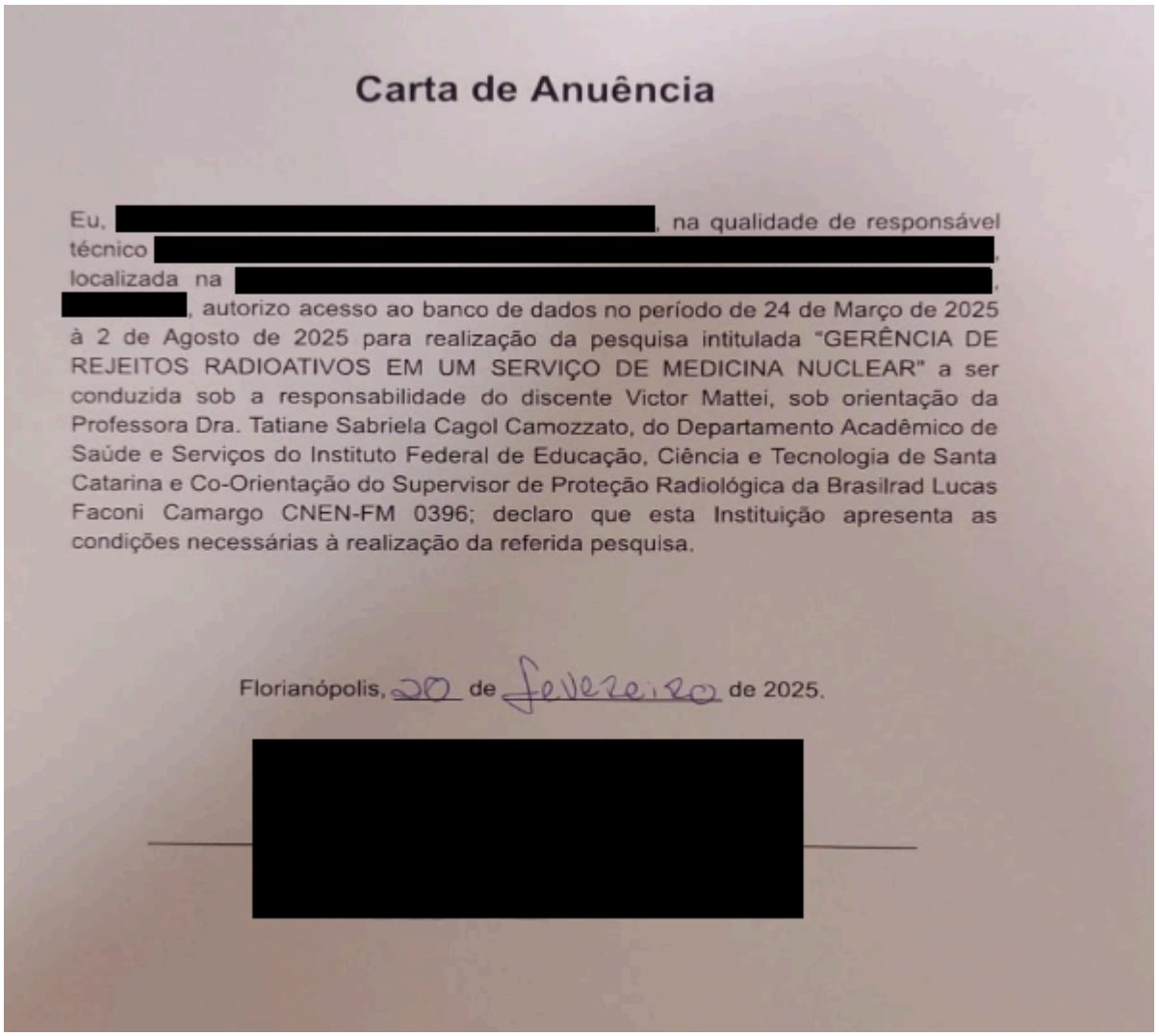
- Luvas descartáveis, avental impermeável, protetor facial, dosímetro individual e, quando aplicável, dosímetro portátil.
- Proibido acesso de pessoas não autorizadas à área de armazenamento.
- Sinalização de risco radiológico visível e atualizada.

8. Referências Normativas

- CNEN-NN-8.01 — Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Nível
- CNEN-NN-3.01 — Diretrizes de Radioproteção
- RDC ANVISA nº 222/2018

Anexo A

Carta de Anuência



Carta de Anuência

Eu, [redacted], na qualidade de responsável técnico [redacted], localizada na [redacted], autorizo acesso ao banco de dados no período de 24 de Março de 2025 à 2 de Agosto de 2025 para realização da pesquisa intitulada "GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS EM UM SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR" a ser conduzida sob a responsabilidade do discente Victor Mattei, sob orientação da Professora Dra. Tatiane Sabriela Cagol Camozzato, do Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina e Co-Orientação do Supervisor de Proteção Radiológica da Brasilrad Lucas Faconi Camargo CNEN-FM 0396; declaro que esta Instituição apresenta as condições necessárias à realização da referida pesquisa.

Florianópolis, 20 de fevereiro de 2025.

[redacted]

Anexo B

Tabela de rejeitos radioativos

BOX	Radioisótopo	λ	Conteúdo	Peso (kg)	Volume (L)	Data de Armazenamento	Taxa de Exposição (µR/h)	Atividade Estimada (mCi)	Tempo de Armazenamento	Data prevista de Liberação	Data de Liberação
	I-131	0,086643	Luvas	2,0		24/3/2025	8900,0	4,05	79,90	11/6/2025	
	I-131	0,086643	Agulhas e Seringas	1,5		24/3/2025	67000,0	30,45	106,50	8/7/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		28/3/2025	41100,0	51,70	3,50	31/3/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		31/3/2025	7980,0	10,04	2,90	2/4/2025	**8/4/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		1/4/2025	8220,0	10,34	2,90	3/4/2025	**8/4/25**
	Tc-99m	2,763745	Vidros	2,0		1/4/2025	16000,0	20,13	3,10	4/4/2025	
20	I-131	0,086643	Vidros	2,0		1/4/2025	365000,0	165,91	122,80	1/8/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		2/4/2025	46600,0	58,62	3,50	5/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Kit Inalação	1,0		3/4/2025	170,0	0,21	1,70	4/4/2025	**8/4/25**
	I-131	0,086643	Luvas	2,0		3/4/2025	1090,0	0,50	55,70	28/5/2025	**3/6/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		7/4/2025	20400,0	25,66	3,20	10/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		7/4/2025	11000,0	13,84	3,00	10/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Kit Inalação	2,0		8/4/2025	12000,0	15,09	3,00	11/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		8/4/2025	22800,0	28,68	3,30	11/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Kit Inalação	1,0		14/4/2025	625,0	0,79	2,20	16/4/2025	**16/5/25**
	I-131	0,086643	Kit Inalação	1,0		14/4/2025	52,0	0,02	28,60	12/5/2025	**3/6/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		15/4/2025	27,7	0,03	0,80	15/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		17/4/2025	5130,0	6,45	2,70	19/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		25/4/2025	15200,0	19,12	3,10	28/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		25/4/2025	96,0	0,12	1,30	26/4/2025	**16/5/25**
7	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		28/4/2025	21000,0	26,42	3,20	1/5/2025	**3/6/25**
	Tc-99m	2,763745	Vidros	2,0		28/4/2025	600,0	0,75	1,90	29/4/2025	
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		28/4/2025	80,0	0,10	1,20	29/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		28/4/2025	134,0	0,17	1,40	29/4/2025	**16/5/25**
	I-131	0,086643	Agulhas e Seringas	2,0		28/4/2025	6810,0	3,10	76,80	13/7/2025	
	Tc-99m	2,763745	Luvas	1,0		28/4/2025	112,0	0,14	1,60	29/4/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Luvas	1,0		28/4/2025	8000,0	10,06	3,10	1/5/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Luvas	1,0		28/4/2025	74,0	0,09	1,40	29/4/2025	**29/4/25**
	I-131	0,086643	Agulhas e Seringas	2,0		29/4/2025	98000,0	44,55	107,60	14/8/2025	
	I-131	0,086643	Luvas	1,0		29/4/2025	1400,0	0,64	66,60	4/7/2025	
9	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		30/4/2025	13800,0	17,36	3,10	3/5/2025	**3/6/25**

BOX	Radioisótopo	λ	Conteúdo	Peso (kg)	Volume (L)	Data de Armazenamento	Taxa de Exposição (µR/h)	Atividade Estimada (mCi)	Tempo de Armazenamento	Data prevista de Liberação	Data de Liberação
6	F-18	9,092939	Agulhas e Seringas	2,0		30/4/2025	539,0	0,09	0,40	30/4/2025	
	Tc-99m	2,763745	Kit Inalação	1,0		30/4/2025	45,0	0,06	1,30	1/5/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Kit Inalação	1,0		30/4/2025	69,0	0,09	1,40	1/5/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Kit Inalação	1,0		30/4/2025	70,0	0,09	1,40	1/5/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		7/5/2025	29900,0	37,61	3,40	10/5/2025	**16/5/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		12/5/2025	27100,0	34,09	3,30	15/5/2025	**16/5/25**
1	I-131	0,086643	Agulhas e Seringas	2,0		12/5/2025	15600,0	7,09	86,40	6/8/2025	
	F-18	9,092939	Agulhas e Seringas	2,0		13/5/2025	70,0	0,01	0,20	13/5/2025	**16/5/25**
4	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		15/5/2025	10000,0	10000,00	5,40	20/5/2025	**3/6/25**
	Tc-99m	2,763745	Luvas	1,0		15/5/2025	16200,0	20,38	3,40	18/5/2025	
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		16/5/2025	3620,0	4,55	2,60	18/5/2025	**3/6/25**
	Tc-99m	2,763745	agulhas e Seringas	2,0		19/5/2025	158,0	0,20	1,50	20/5/2025	
	Tc-99m	2,763745	Vidros	2,0		19/5/2025	423,0	0,53	1,80	20/5/2025	**3/6/25**
	Tc-99m	2,763745	Luvas	2,0		20/5/2025	1870,0	2,35	2,40	22/5/2025	**3/6/25**
	Tc-99m	2,763745	agulhas e Seringas	2,0		20/5/2025	19000,0	23,90	3,20	23/5/2025	
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		26/5/2025	25200,0	31,70	3,30	29/5/2025	**3/6/25**
	I-131	0,086643	Agulhas e Seringas	2,0		27/5/2025	167000,0	75,91	113,70	17/9/2025	
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		30/5/2025	13000,0	16,35	3,10	2/6/2025	**2/6/25**
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		30/5/2025	25000,0	31,45	3,30	2/6/2025	**2/6/25**
7	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		10/6/2025	1780,0	2,24	2,30	12/6/2025	
	Tc-99m	2,763745	Agulhas e Seringas	2,0		16/6/2025	354,0	0,45	1,80	17/6/2025	
	I-131	0,086643	Agulhas e Seringas	2,0		16/6/2025	61,0	0,03	22,40	8/7/2025	
	I-131	0,086643	Agulhas e Seringas	1,0		16/6/2025	48000,0	21,82	107,40	1/10/2025	
	I-131	0,086643	Luvas	2,0		16/6/2025	97000,0	44,09	107,50	1/10/2025	
	I-131	0,086643	Luvas	2,0		16/6/2025	929,0	0,42	53,80	8/8/2025	

Anexo C

Tabela de rejeitos específica da radioiodoterapia

Radioisótopo	λ	Conteúdo	Peso (kg)	Volume (L)	Data de Armazenamento	Taxa de Exposição (µR/h)	Atividade Estimada (mCi)	Tempo de Armazenamento	Data prevista de Liberação	Data de Liberação
I-131	0,086643	Roupa de cama	2,0		24/3/2025	78,00	0,04	25,18	18/4/2025	8/4/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		24/3/2025	217,00	0,10	44,99	7/5/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		24/3/2025	1080,00	0,49	63,51	26/5/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	lixo internação	2,0		24/3/2025	530,00	0,24	47,30	10/5/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	Roupa de cama	2,0		27/3/2025	108,00	0,05	28,94	24/4/2025	28/3/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		27/3/2025	365,00	0,17	50,99	16/5/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		27/3/2025	183,00	0,08	43,03	9/5/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		27/3/2025	3130,00	1,42	75,80	10/6/2025	
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		27/3/2025	15600,00	7,09	94,33	29/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		28/3/2025	67,00	0,03	31,43	28/4/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		28/3/2025	175,00	0,08	42,51	9/5/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	lixo internação	2,0		28/3/2025	160,00	0,07	33,48	30/4/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		1/4/2025	63,00	0,03	30,72	1/5/2025	16/5/2023
I-131	0,086643	roups de cama	1,0		1/4/2025	62,00	0,03	30,53	1/5/2025	
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		1/4/2025	132,00	0,06	39,26	10/5/2025	16/5/2025
I-131	0,086643	roupas de paciente	1,0		15/4/2025	1290,00	0,59	65,57	19/6/2025	19/6/2025
I-131	0,086643	roupas de paciente	2,0		15/4/2025	420,00	0,19	44,61	29/5/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	roupas internação	2,0		15/4/2025	330,00	0,15	41,83	26/5/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		15/4/2025	1240,00	0,56	65,11	19/6/2025	
I-131	0,086643	roupa internação	2,0		16/4/2025	28,00	0,01	13,36	29/4/2025	
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		16/4/2025	235,00	0,11	45,91	31/5/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	roupa paciente	1,0		16/4/2025	107,00	0,05	36,83	22/5/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	lixo internação	2,0		22/4/2025	272,00	0,12	39,60	31/5/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		22/4/2025	574,00	0,26	56,22	17/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		22/4/2025	79,00	0,04	33,33	25/5/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de cama	2,0		22/4/2025	402,00	0,18	44,11	5/6/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	lixo internação	2,0		22/4/2025	3000,00	1,36	67,31	28/6/2025	28/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		22/4/2025	64,00	0,03	30,90	22/5/2025	3/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		22/4/2025	1650,00	0,75	68,41	29/6/2025	
I-131	0,086643	roupa de cama	2,0		28/4/2025	78,00	0,04	25,18	23/5/2025	
I-131	0,086643	roupa de cama	2,0		28/4/2025	55,00	0,03	21,15	19/5/2025	
I-131	0,086643	roupa de paciente	1,0		28/4/2025	820,00	0,37	60,34	27/6/2025	
I-131	0,086643	roupa de paciente	1,0		28/4/2025	62,00	0,03	30,53	28/5/2025	
I-131	0,086643	roupa de paciente	1,0		28/4/2025	270,00	0,12	47,51	14/6/2025	
I-131	0,086643	roupa de paciente	1,0		28/4/2025	133,00	0,06	39,34	6/6/2025	
I-131	0,086643	roupa de cama	2,0		28/4/2025	142,00	0,06	32,10	30/5/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		29/4/2025	1600,00	0,73	68,05	6/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		29/4/2025	339,00	0,15	50,14	18/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		29/4/2025	1350,00	0,61	66,09	4/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de cama	2,0		29/4/2025	139,00	0,06	31,85	30/5/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		5/5/2025	73,00	0,03	32,42	6/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		5/5/2025	620,00	0,28	57,11	1/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		5/5/2025	140,00	0,06	39,93	13/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa internação	2,0		8/5/2025	211,00	0,10	36,67	13/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		8/5/2025	172,00	0,08	42,31	19/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		8/5/2025	811,00	0,37	60,21	7/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	2,0		9/5/2025	12000,00	5,45	83,31	31/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		9/5/2025	1560,00	0,71	67,76	15/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		9/5/2025	4002,00	1,82	78,63	26/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa internação	2,0		9/5/2025	612,00	0,28	48,96	26/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa internação	2,0		9/5/2025	11400,00	5,18	82,71	30/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		12/5/2025	1005,00	0,46	62,68	13/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		12/5/2025	190,00	0,09	43,46	24/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		12/5/2025	150,00	0,07	40,73	21/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		15/5/2025	163,00	0,07	41,69	25/6/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		15/5/2025	830,00	0,38	60,48	14/7/2025	

Radioisótopo	λ	Conteúdo	Peso (kg)	Volume (L)	Data de Armazenamento	Taxa de Exposição (µR/h)	Atividade Estimada (mCi)	Tempo de Armazenamento	Data prevista de Liberação
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		15/5/2025	103,00	0,05	28,39	12/6/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		15/5/2025	87,00	0,04	34,44	18/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		16/5/2025	143,00	0,07	32,18	17/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		16/5/2025	140,00	0,06	39,93	24/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		16/5/2025	2025,00	0,92	70,77	25/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		16/5/2025	185,00	0,08	43,15	28/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		21/5/2025	103,00	0,05	36,39	26/6/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		21/5/2025	412,00	0,19	52,39	12/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		21/5/2025	72,00	0,03	24,26	14/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		21/5/2025	94,00	0,04	35,34	25/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		21/5/2025	718,00	0,33	58,80	18/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		22/5/2025	150,00	0,07	40,73	1/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		22/5/2025	204,00	0,09	44,28	5/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		22/5/2025	159,00	0,07	41,40	2/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		22/5/2025	68,00	0,03	23,60	14/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		26/5/2025	470,00	0,21	45,91	10/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	2,0		26/5/2025	1200,00	0,55	56,73	21/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		29/5/2025	120,00	0,05	38,16	6/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		29/5/2025	152,00	0,07	40,88	8/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		30/5/2025	320,00	0,15	49,48	18/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		30/5/2025	520,00	0,24	55,08	24/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		30/5/2025	510,00	0,23	54,86	23/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		30/5/2025	72,00	0,03	24,26	23/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		30/5/2025	120,00	0,05	38,16	7/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		2/6/2025	72,00	0,03	24,26	26/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		2/6/2025	290,00	0,13	48,34	20/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		2/6/2025	420,00	0,19	52,61	24/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		6/6/2025	4000,00	1,82	78,63	23/8/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		6/6/2025	69,00	0,03	23,77	29/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		6/6/2025	470,00	0,21	53,91	29/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		6/6/2025	110,00	0,05	29,15	5/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		6/6/2025	240,00	0,11	46,16	22/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		6/6/2025	530,00	0,24	55,30	31/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		6/6/2025	620,00	0,28	49,11	25/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		6/6/2025	120,00	0,05	30,16	6/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		6/6/2025	4000,00	1,82	78,63	23/8/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		6/6/2025	140,00	0,06	39,93	15/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		9/6/2025	240,00	0,11	46,16	25/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		9/6/2025	200,00	0,09	44,05	23/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		9/6/2025	240,00	0,11	46,16	25/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		9/6/2025	362,00	0,16	50,90	29/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		12/6/2025	79,00	0,04	33,33	15/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		12/6/2025	84,00	0,04	34,04	16/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		12/6/2025	340,00	0,15	50,18	1/8/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	2,0		12/6/2025	29,00	0,01	13,76	25/6/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		12/6/2025	60,00	0,03	30,16	12/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		12/6/2025	269,00	0,12	47,47	29/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		13/6/2025	110,00	0,05	37,15	20/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		16/6/2025	930,00	0,42	61,79	16/8/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		16/6/2025	74,00	0,03	32,58	18/7/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		16/6/2025	2000,00	0,91	70,63	25/8/2025
I-131	0,086643	lixo internação	1,0		16/6/2025	210,00	0,10	44,61	30/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		16/6/2025	89,00	0,04	34,71	20/7/2025	20/7/2025
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		16/6/2025	380,00	0,17	51,46	6/8/2025	
I-131	0,086643	Roupa de paciente	1,0		16/6/2025	215,00	0,10	44,89	30/7/2025	
I-131	0,086643	Roupa de internação	1,0		16/6/2025	440,00	0,20	53,15	8/8/2025	