

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA

ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA
LAYS VITÓRIA DA SILVA BARBOSA
POLLYANA DO NASCIMENTO FERREIRA
YASMIN RIBEIRO ALVES DA SILVA

**GERÊNCIAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS
NOS SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR**

RECIFE/2021

ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA
LAYS VITÓRIA DA SILVA BARBOSA
POLLYANA DO NASCIMENTO FERREIRA
YASMIN RIBEIRO ALVES DA SILVA

GERÊNCIAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS NOS SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Professor (a) Orientador (a): Esp. Hugo Christian de Oliveira Felix

RECIFE/2021

G367

Gerenciamento dos rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear. Ângelo Augusto da Silva; Lays Vitória da Silva Barbosa; Pollyana do Nascimento Ferreira; Yasmin Ribeiro Alves Da Silva. - Recife: O Autor, 2021.

22 p.

Orientadora: Hugo Christian de Oliveira Felix.

Trabalho De Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – Unibra. Tecnólogo em Radiologia, 2021.

1.Rejeitos Radioativos. 2.Medicina Nuclear.
3.Gerenciamento de rejeitos radioativos na medicina nuclear.
4.Materiais Radioativos. I. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. II. Título.

CDU: 616-073

Dedicamos esse trabalho a todos aqueles que nos apoiaram desde o começo da nossa jornada, e acreditaram em nossos esforços para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Chegou o fim de um ciclo de bastante estresse e cansaço.

Agradecemos á algumas pessoas que sem elas não teríamos chegado ate aqui, então por isso, primeiramente agradecemos a Deus por todo conhecimento adquirido e por nos sustentar ate aqui. Agradecemos aos nossos pais e familiares por todo apoio prestado e ajuda durante essa caminhada. Agradecemos ao nosso orientador e a nossa coordenadora de curso por toda a paciência e por todo conhecimento compartilhado. Agradecemos a toda equipe da nossa universidade por todo ensinamento. Daqui pra frente à luta será bem maior, mas agradecemos a todos por nos ensinar a como seguir de agora em diante.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1 REJEITOS RADIOATIVOS.....	11
3.2 SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR.....	12
3.3 GERENCIAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS.....	14
3.4 GERENCIAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS NOS SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

GERÊNCIAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS NOS SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR

Ângelo Augusto da Silva
Lays Vitória da Silva Barbosa
Pollyana do Nascimento Ferreira
Yasmin Ribeiro Alves da Silva
Hugo Christian de Oliveira Felix

Resumo: Na medicina nuclear, o uso de radioisótopos para diagnóstico e terapia geram rejeitos radioativos, que precisam de tratamentos especiais desde a sua origem até o destino final. Visando minimizar os efeitos nocivos das radiações e garantindo o destino final dos rejeitos, a comissão nacional de energia nuclear estabelece bases para uma boa gestão. A gerência dos rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear tem como objetivo principal garantir a proteção do homem e preservação do meio ambiente quanto a radioatividade presente nesses rejeitos. A norma da CNEN-NE-6.05, gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas, tem o papel de ajudar a orientar no projeto de sistema de gestão em instalação radioativa de forma generalizada. Para o desenvolvimento desse trabalho foram feitas pesquisas através de bibliotecas virtuais, por meio de revisão de literatura científica. Trata-se de uma revisão de literatura feita através de bibliotecas virtuais, por meio de pesquisas bibliográficas. O presente trabalho tem o objetivo de descrever o sistema de gerência de rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear.

Palavras-chave: Rejeitos Radioativos. Medicina Nuclear. Gerenciamento de rejeitos radioativos na medicina nuclear. Materiais Radioativos.

1 INTRODUÇÃO

A medicina nuclear é uma especialidade médica que realiza diagnóstico e terapia através da radiação emitida por elementos radioativos (radioisótopos). A descoberta da radioatividade, no ano de 1896 por Antonie Henri Becquerel, abriu as portas para o desenvolvimento dessa especialidade que teve seu reconhecimento no ano de 1971, pela Associação Americana de Medicina (ALMEIDA, 2018).

O desenvolvimento da medicina possibilitou novos procedimentos de diagnóstico e tratamento de doenças, por meio do uso de radiofármacos, porém essas técnicas geram rejeitos radioativos (CAIXETA, 2012).

De acordo com a CNEN, Rejeitos radioativos é qualquer material resultante de atividades humanas, que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção e cuja reutilização é imprópria ou não prevista (CNEN, 1985).

Devido a administração de radiofármacos em pacientes, são gerados rejeitos radioativos. Os instrumentos utilizados na manipulação, como seringas, agulhas, frascos, sempre deixam uma quantidade de rejeitos radioativos. Conforme a norma imposta pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, os rejeitos radioativos não podem ser jogados no sistema de lixo urbano, eles devem ser segregados e acondicionados temporariamente até que possam ser descartados ou transferidos para um local adequado (FERREIRA, 2009).

o uso de materiais radioativos em um grande número de atividades vem exigindo investigações científicas para solucionar as dificuldades técnicas de sua aplicação e assegurar sua utilização em benefício dos seres vivos e evitando impactos ambientais (XAVIER, 2007).

A boa gestão dos rejeitos radioativos trata-se de uma norma elaborada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN-NE-6.05 “Gerência de rejeitos radioativos nas instalações radioativas”. Que orienta a gestão dos rejeitos radioativos, em um sistema de gerenciamento em instalações radioativas de usuários de radioisótopos (BARBOZA, 2009).

A finalidade desse estudo teve como objetivo trazer normas e orientações descrevendo um sistema de gerenciamento de rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear.

2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Professor da UNIBRA. Maior titulação já concluída. E-mail: .prof.hugo@outlook.com

Esta pesquisa trata-se de uma revisão de literatura que realizou um levantamento bibliográfico no período de agosto até novembro de 2021, por meio de bases de dados como livros e artigos científicos pesquisados no Google Acadêmico, biblioteca virtual em saúde (BVS), Scientific Electronic Libray (SciELO), PubMed, e LILACS. Foram utilizadas palavras chaves como: Medicina nuclear, Rejeitos radioativos, Gerenciamento de rejeitos radioativos e rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear. Com o intuito de seguir os critérios de busca não foi possível somente localizar e utilizar artigos científicos atuais, pois o campo que segue o intuito da pesquisa é limitado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 REJEITOS RADIOATIVOS

De acordo com a Comissão nacional de energia atômica (1985), rejeitos radioativos são quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção e para o qual a reutilização é impropria ou imprevista.

A radiação tem um papel importante com aplicações benéficas na saúde, indústria, agricultura, geração de energia, entre outras. O uso da radiação geram rejeitos radioativos que devem ser adequadamente tratados, acondicionados e finalmente dispostos em um repositório (CALÁBRIA et al, 2021).

A geração dos rejeitos radioativos podem ser dadas através de diversos fatores, como, fontes de radioterapia fora de uso, contaminação por meio de fontes radioativas abertas, materiais utilizados em pesquisas que não são mais reutilizáveis, materiais contaminados e/ou fabricados em usinas nucleares, e diversos outros. Os rejeitos devem ser gerenciados com o objetivo de eliminar os riscos de contaminação e evitar acidentes. Para o gerenciamento são levados em consideração os níveis de atividade dos radionuclídeos e a forma química e física dos mesmos. Há rejeitos que atingem níveis tão baixo que se tornam inofensivos, sendo assim, o descarte comum é permitido (DOMINGOS, 2018).

Os rejeitos que necessitam de menos tempo para decaimento, rejeitos de meia vida curta, são armazenados em locais apropriados até que sua atividade decaia próxima a níveis semelhante ao meio ambiente, podendo então ser liberados. Os materiais que apresentam toxidez química para o ser humano ou que são prejudiciais ao ecossistema não podem ser liberados sem um tratamento químico adequado (CARDOSO, 2007).

Com o propósito de facilitar a segregação dos rejeitos eles podem ser classificados com diferentes critérios, como: requisitos de segurança para o seu manuseio, estágio de desenvolvimento da indústria nuclear, regulamentos e normas de transporte, características físicas e químicas, e de acordo com a concentração de materiais radioativos presente nos rejeitos. As classificações dos rejeitos normalmente são de acordo com o seu nível de atividade presente. Os termos mais utilizados são nível baixo, não necessitam de blindagem para manuseio e transporte; rejeitos de nível médio necessitam de blindagem para seu manuseio e transporte; rejeitos de nível alto necessitam de blindagem para o seu manuseio, transporte e

resfriamento, uma vez que são geradores de calor. De acordo com os diversos países os valores numéricos que diferenciam essa classificação são distintos, porém o seu conceito é o mesmo. É comum os rejeitos também serem classificados de acordo com sua origem, divide em três principais grupos, sendo eles, rejeitos do ciclo combustível, aqueles gerados durante a etapa do ciclo de fabricação e utilização do combustível nuclear, desde a mineração até o reprocessamento; rejeitos de descomissionamento, são o conjunto de práticas adotadas no final da vida útil de uma instalação, para inativá-la de forma segura. Esta prática varia de um fechamento de uma instalação com remoção mínima de materiais radioativos a uma completa remoção de instalação, e por esse motivo são características variadas dos rejeitos radioativos; E os rejeitos institucionais que são aqueles gerados na produção e aplicação de isótopos radioativos nas industriais, clínicas, hospitais, centros de pesquisa, dentre outros (BARBOZA, 2009).

3.2 SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR

A medicina nuclear é um setor da medicina que faz uso de fármacos associados a isótopos radioativos para serem administrados ao paciente. O fármaco possibilita a condução do elemento radioativo até o órgão desejado, extraindo o máximo de informações diagnósticas ou promover o tratamento de patologias (CHERRY, 2012).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (2018), a medicina nuclear é definido como uma especialidade que trabalha no diagnóstico e/ou tratamento com o uso de radioisótopos. Estes isótopos radioativos ou radioisótopos possuem a propriedade de emitir radiações, as quais podem atravessar a matéria ou serem absorvidas possibilitando sua utilização para fins diagnósticos e terapêuticos.

A medicina nuclear tem como princípio básico a administração do radiofármaco ao paciente para que seja diagnosticado ou tratado o problema clínico. O radiofármaco pode ser administrado por via venosa, oral, inalatória ou subcutânea. Ele é absorvido de forma seletiva pela região de interesse, esse processo é conhecido como biodistribuição, onde o radiofármaco presente emite radiação com o intuito de determinar a sua concentração e localizar através da sua detecção com um gama câmara (RODRIGUES, 2006).

A biodistribuição das substâncias radioativas utilizadas na medicina nuclear podem ser ditadas por características do próprio elemento radioativo ou podem ser

ligadas a um químico, formando um radiotraçador com afinidade por determinados tecidos. Segundo a resolução 63 do dia 18 de dezembro de 2009, da ANVISA (Agência nacional de vigilância sanitária), são denominadas como radiofármacos ou radiotraçadores todas as preparações farmacêuticas com finalidade diagnóstica e terapêutica que contenham um ou mais radionuclídeos. Compreendem, também, os componentes não radioativos para marcação, chamados de reagentes liofilizados e os radionuclídeos, incluindo os componentes extraídos dos geradores de radionuclídeos. O tecnécio-99m é o radionuclídeo que mais se destaca nas realizações de exames de cintilografia, ele possui características mais desejáveis, como ser um emissor de radiação gama na faixa de energia ideal para o trabalho das câmaras de cintilação e quimicamente versátil por apresentar vários estados de oxidação, proporcionando a sua ligação com inúmeras substâncias biologicamente ativo e se concentrando, de fato, no tecido ou órgão de interesse. Outros radionuclídeos como o flúor-18, iodo-123, galio-67, talio-201, também se destacam por sua meia-vida física serem relativamente baixa (COSTA et al, 2018).

As administrações dos radiofármacos devem ser feitas em quantidades mínimas, suficiente para obter o resultado desejado para o diagnóstico ou terapia. O procedimento não apresenta desconforto ao paciente, e o elemento radioativo é eliminado após algumas horas pela urina. A tecnologia dos equipamentos utilizados na medicina nuclear disponibiliza mais de 100 tipos de exames, feitos nos tomógrafos por emissão de pósitrons (PET), e tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT) (BARBOZA, 2009).

Uma das técnicas utilizadas na medicina nuclear é a com iodo-131, conhecida como radioiodoterapia, técnica ablativa para o tratamento de metástase do carcinoma diferenciado de tireoide, ou para a terapia ambulatorial de hipertireoidismo (CARMO, 2019).

3.3 GERENCIAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

Existem diversas normas e regulamentos acerca dos rejeitos radioativos, entretanto, cada autoridade de cada país tem a responsabilidade sobre o controle administrativo dos rejeitos radioativos em seu território, por isso cada país segue sua regulamentação vigente. A gestão desses rejeitos no Brasil é estabelecido pelo órgão regulador da área nuclear, a CNEN (comissão nacional de energia nuclear),

tendo como base recomendações de órgãos como, IAEA (internacional atomic energy agency) e a ICRP (internacional commission on radiological protection) (ICRP, 1977).

O plano que gerencia os rejeitos radioativos é um conjunto de técnicas e atividades administrativas que envolvem desde o manuseio até o destino final. Criar um plano de gerenciamento de rejeitos radioativos requer conhecimento acerca do tipo de rejeito, o radionuclídeo presente, a meia vida, os níveis de atividade, entre outras características importantes. O plano de gerenciamento dos rejeitos radioativos deve estar incluído no pedido de licença da CNEN, e deve ser feito detalhadamente, desde a sua geração até o destino final. Segundo a IAEA (agência internacional de energia atômica), os rejeitos são classificados da seguinte forma, rejeito isento: pode ser dispensado imediatamente; rejeito de meia vida muito curta: período de armazenamento de poucos anos para o decaimento; rejeito nível muito baixo: requer um grau menor de isolamento para que o nível aceitável de segurança seja alcançado; rejeito nível baixo: isolamento e contenção por períodos de até algumas centenas de anos; rejeito nível intermediário, alto nível: grau ainda maior de contenção e isolamento (SOUZA, 2018).

A CNEN adotou essa classificação e reorganizou em classes de 0 a 3 (CNEN, 2014).

Comparação das classificações de rejeitos da IAEA e CNEN.

Classificação IAEA	Classificação CNEN	Nível de Atividade	Meia vida	Observações:
<i>EW</i>	Classe 0 RI	Abaixo do nível de dispensa.	Curta	Rejeito isento devido a baixos níveis de atividade.
<i>VSLW</i>	Classe 1 RVMC	Acima do nível de dispensa.	Curta	Rejeitos com atividade superior aos níveis de dispensa e com meia-vida de até 100 dias.
<i>VLLW²</i>	-----	-----	-----	-----
<i>LLW, ILW</i>	Classe 2 RBMN	Acima do nível de dispensa (potência térmica inferior a 2kW/m ³).	Acima de 100 dias	Rejeitos com atividade superior aos níveis de dispensa e com meia-vida superior a 100 dias.
	Classe 2.1 RBMN-VC	Baixo e médio níveis de radiação contendo emissores beta/gama	Inferior ou igual a 30 anos	Rejeitos com concentração de radionuclídeos emissores alfa de meia-vida longa limitada em 3700 kBq/kg em volumes individuais e com um valor médio de 370 kBq/kg para o conjunto de volumes.
	Classe 2.2 RBMN-RNp	Radionuclídeos naturais, com atividade acima do limite de dispensa, da extração de petróleo.		Radionuclídeos das cadeias naturais do urânio e do tório produzidos na extração de petróleo e gás natural.
	Classe 2.3 RBMN-RNm	Radionuclídeos naturais, com atividade acima do limite de dispensa, da mineração.		Radionuclídeos das cadeias naturais do urânio e do tório produzidos na extração de matérias primas minerais.
	Classe 2.4 RBMN-VL	Emissores alfa com atividade acima do nível de dispensa e baixa concentração de emissores beta e gama.		Deposição é feita em repositório geológico com profundidade definida pela avaliação de segurança.
<i>HLW</i>	Classe 3 RAN	Potência térmica superior a 2 kW por metro cúbico.	Sem limite, mas com tempo de decaimento tipicamente superior a 300 anos.	Deposição é feita em repositório geológico com profundidade definida pela avaliação de segurança.

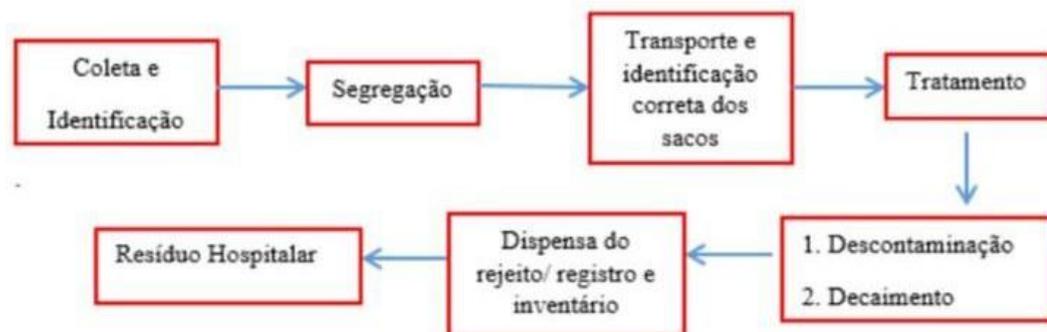
Fonte: (Adaptação CNEN, 2014a; IAEA, 2009a).

Com o intuito de facilitar o sistema de gestão dos rejeitos radioativos é elaborado etapas, as etapas com caracterização primária são segregação, embalagem, armazenamento temporário, e liberação no meio ambiente. As etapas são organizadas de acordo com a estratégia adotada para esse tipo de rejeito, dependerá diretamente do seu estado físico e composição química. A estratégia geral da gestão dos rejeitos radioativos busca minimiza a quantidade de rejeitos radioativos, manter o controle em todas as etapas, minimizar o custo da gestão e das doses recebida pelos operadores e pelo publico. Recomendações como, diluir e dispensar (D&D), reter e retardar (R&R), e conter e confirmar (C&C) (VICENTE, 2014).

Os princípios fundamentais da gerencia dos rejeitos radioativos consistem na redução de volume, minimizar a quantidade de rejeitos, proteção do trabalhador, do

publico e do meio ambiente e na responsabilidade com as gerações futuras. As principais etapas do gerenciamento dos rejeitos radioativos é a segregação, tratamento, acondicionamento, embalagem, transporte e armazenamento. A segregação consiste em separar os rejeitos e essa separação pode ser de acordo com seu estado físico, meia vida, natureza física, química e/ou biológica, além de outras características. O tratamento tem o objetivo de diminuir o volume dos rejeitos, mudando sua composição, ou removendo os radionuclídeos presentes. O acondicionamento tem a função de mantê-los estáveis química e fisicamente durante o tempo que se fizer necessário. As embalagens que contem os rejeitos devem ser apropriadas, devendo ser vedadas e identificadas. O transporte deve ser feitos por veículos que possuam meios de fixação adequados para os recipientes, evitando danos. O veículo após a transferência devem ser monitorados e se necessário descontaminados. De acordo com a CNEN, o armazenamento é definido como confinamento de rejeitos radioativos por período definido de tempo. Após o rejeito passar pelo armazenamento inicial e o armazenamento intermediário, os rejeitos tratados estão prontos para ir para o depósito final (FREIRE et al, 2007).

Etapas do gerenciamento dos rejeitos radioativos.



Fonte: adaptado de CNEN-8.01, 2014.

3.4 GERENCIAMENTO DOS REJEITOS RADIOATIVOS NOS SERVIÇOS DE MEDICINA NUCLEAR

O gerenciamento ou controle dos rejeitos radioativos é de suma importância, principalmente na medicina nuclear que utiliza materiais radioativos para a realização de diagnósticos e tratamento. A necessidade de um bom gerenciamento é importante para garantir a segurança dos indivíduos ocupacionalmente exposto (IOE) que trabalham com radiação ionizante (SANTOS, 2018).

A escolha de uma técnica apropriada é o ponto chave para o desenvolvimento de um gerenciamento dos rejeitos radioativos. A elaboração da estratégia deve ser feita antes do sistema ser colocado em prática. A criação de um sistema de gerenciamento de rejeitos radioativos requer o conhecimento acerca dos tipos de rejeitos que serão gerados ao longo do funcionamento da instalação. Para haver informação sobre o tipo de rejeito deve haver a informação sobre o tipo de radionuclídeo presente no rejeito e a meia vida de cada um, o nível de atividade e outras características importantes para gestão (SOUZA, 2018).

O plano de radioproteção é um documento regido com todas as orientações a serem seguidas tanto pela equipe de radioproteção, como por todos ligados à atividade ocupacional exposta a radiação. Esse plano trás informações sobre as normas vigentes, objetivo da instalação, projeto de blindagem, área física, uso e armazenamento de fontes radioativas, estimativa de doses, sinalizações, identificação, classificação de área, qualificações dos profissionais envolvidos, gerenciamento dos rejeitos radioativos, entre outros. O responsável legal pela instalação deve designar um supervisor de proteção radiológica para garantir a execução das tarefas relativas às ações de proteção radiológica (MACHADO et al, 2011).

A necessidade de uma rotina diária para o atendimento é de extrema importância, isto inclui o agendamento do exame, preparação do paciente, consulta médica, preparo do material radioativo, administração do radiofarmaco, aquisição dos exames, processamento das imagens, interpretação das imagens, e emissão do laudo. Da mesma maneira que é importante a rotina e gerenciamento do atendimento, é necessário uma rotina e gerenciamento dos rejeitos radioativos, visando sempre minimizar a exposição do individuo ocupacionalmente exposto (IOE) e o paciente (CAVALLARI, 2020).

Todo o processo de manuseio e acondicionamento deve atender a determinadas características, sendo elas: o uso de EPI's (Equipamento de proteção individual), aventais de chumbo, sapatos, luvas, mascaras e óculos adequados; os recipientes que contenham os rejeitos devem ser á prova de radiação, como chumbo, concreto ou outros (CAIXETA, 2012).

Os rejeitos que são gerados na medicina nuclear são classificados, de acordo com a CNEN como classe 1, rejeitos de meia vida muito curta - RVMC, pois os radionuclídeos presentes tem meia vida inferiores a ordem de 100 dias. Com nível de atividade superior aos respectivos níveis de dispensa (CARMO, 2019).

De acordo com a CNEN-NE-6.05, os rejeitos que não puderem ser descartados no sistema de lixo urbano devem ser segregados e acondicionados temporariamente ate que possam se eliminados ou transferidos para um local adequado. Algum desses materiais a ANVISA e a CNEN orienta para que sejam armazenados ate que decaiam a níveis permissíveis de descarte para que sejam eliminados como lixo hospitalar (FERREIRA, 2009).

Assim que os rejeitos radioativos são gerados devem ser tratados antes do descarta para o meio ambiente. Os rejeitos radioativos devem passar pelas etapas de segregação, acondicionamento, classificação, identificação, registro, e armazenamento. Os rejeitos podem ser liberados quando o nível de atividade presente é abaixo do limite, imposto pela CNEN. Os rejeitos de meia-vida curta devem ser armazenados em locais adequados ate sua atividade atingir um valor semelhante ao meio ambiente, podendo ser liberados. Alguns rejeitos sólidos de baixa atividade, como luvas usadas, sapatilhas e aventais contaminados são armazenados em sacos plásticos e guardados em tambores ou caixa de aço após a classificação e identificação (BARBOZA, 2009).

Uma das técnicas terapêuticas da medicina nuclear mais conhecida é a iodoterapia, que é capaz de tratar patologias com alteração nas funções tireoidiana. A iodoterapia faz uso dos isótopos radioativos iodo-123 e iodo-131. Segundo a CNEN quando um paciente recebe doses acima de 30 mCi de iodo-131 ele deve ser internado em unidades hospitalares com equipe qualificada e cuidados específicos. Após a administração, 35% á 75% do iodo são eliminados pela urina, saliva e suor, podendo contaminar o ambiente em que se encontra. Para os profissionais que trabalham diretamente com esses pacientes é necessário o uso de equipamentos de proteção individual (EPI). Além de todos instrumentos utilizados para a manipulação

do tratamento, os utensílios utilizados no período de internamento também são tratados como rejeitos radioativos, são eles, vestimentas, roupas de cama, roupas de banho, copo, prato, talheres, restos alimentares, entre outros. Para o iodo-131 o seu tempo de meia vida é de 8,02 dias, fazendo a monitoração. Quando passado o tempo de decaimento necessário, esses rejeitos que passam a se tornar resíduos podem ser descartados como lixo hospitalar (SILVA et al, 2015).

Todo rejeito radioativo, como outros rejeitos perigosos devem ser bem gerenciados. As instalações devem montar seu próprio programa de gerencia de rejeitos radioativos (PGRR), a fim de evitar riscos desnecessários e inaceitáveis (FREIRE et al, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a CNEN (1985), os rejeitos radioativos são considerados resíduos resultantes de atividades humanas contendo radionuclídeos em níveis de atividades superiores aos limites de isenção, onde sua reutilização é impropria ou não prevista.

Segundo a sociedade, os rejeitos radioativos são considerados uma grande problemática, isto se relaciona aos riscos associados a radiação presente e o tempo necessário de armazenamento. Alguns rejeitos tem um tempo de armazenamento de vários anos, isto acusa que estamos transferindo a responsabilidade desse problema para a geração futura. Os principais danos causados pelos rejeitos radioativos é referente a exposição á radiação ionizante. O maior risco esta presente aos profissionais que são submetidos a realizar os processos de tratamento, visando o seu armazenamento adequado. Os riscos se tornam pequenos e oriundos de falhas quando os rejeitos já estão armazenados (MOREIRA, 2006).

Os rejeitos radioativos são compostos por varias etapas no seu gerenciamento, etapas que envolvem desde a geração dos rejeitos ate a deposição final. A gestão consiste nas seguintes etapas, coleta, segregação dos diversos tipos, transporte, caracterização, tratamento, armazenamento, decaimento e despacho final (SANTOS, 2018).

Os sistemas de medicina nuclear devem seguir aos requisitos de segurança radiológica imposto pela CNEN, entre eles, a norma 6.05, acerca da gerencia de rejeitos radioativos em instalações radioativas. A norma estabelece uma serie de requisitos para inserção e operação de um sistema de gerenciamento de rejeitos radioativos em instalações radioativas. Este documento é um marco importante para a gestão de rejeitos radioativos em instalações usuárias de radioisótopos. Porem, por tratar diferentes tipos de instalações é abordado de forma generalizada, desconsiderando aspectos particulares das diferentes instalações, como é o caso dos serviços de medicina nuclear (CAIXETA, 2012).

Buscando uma maior eficácia os médicos e técnicos devem ser treinados e reciclados rotineiramente aos conceitos de proteção radiológica e rejeitos radioativos. Os médicos e técnicos devem sempre usar os dosímetros pessoais, principalmente os de extremidades para a manipulação de radioisótopos (ZIDAN et al, 2002).

Os profissionais que trabalham com a manipulação dos materiais radioativos devem ser bem qualificados e participar de treinamentos periódicos, realizado pelo supervisor de radioproteção, garantindo o bom desempenho de todos os procedimentos, minimizando os possíveis riscos (MACHADO et al, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propos como objetivo descrever um sistema de gerenciamento dos rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear. Os primeiros passos para elaboração desse estudo foi identificar atraves de pesquisas, o funcionamento de um sistema de rejeitos radioativos. Logo após, o trabalho buscou limitar a pesquisa em um sistema de gerenciamento de rejeitos radioativos integrado dentro dos serviços de medicina nuclear. O estudo acerca dos rejeitos radioativos foi conduzido atraves de normas e orientações impostas por órgãos regulamentadores como a CNEN (comissão nacional de energia nuclear), IAEA (international atomic energy agency), entre outros órgãos.

Considerando os dados analisados, a implementação e funcionamento do sistema de gestão de rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear, dependem de um bom desempenho em todas as etapas da gerencia. Embora

existam normas e recomendações acerca dessa administração correta, as unidades de medicina nuclear devem sistematizar as etapas, com o intuito de minimizar a probabilidade de falhas e evitar danos futuros. Com isto, ter uma rotina de procedimentos específicos possibilita orientar os profissionais sobre como seguir todas as etapas de maneira adequada. Ter profissionais capacitados e treinados para esse serviço é uma maneira de melhorar o desempenho, profissionais que conhecem os procedimentos acerca dos rejeitos radioativos e os riscos associados a eles, é de grande relevância.

Conclui-se, então, que o sistema de planejamento do gerenciamento dos rejeitos radioativos nos serviços de medicina nuclear é de extrema importância para evitar exposições indesejadas, preservando assim, a saúde humana e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR DE AGUIAR, L. MOREIRA SOARES, P, S. FERREIRA FRUTUOSO DE MELO, P, F. MARQUES ALVIM, A, C. Análise de risco aplicada à gestão de rejeitos: uma revisão aplicada aos depósitos de rejeitos radioativos próximos à superfície. **CETEM**. 2007. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/340>.
- BRACCINI FREIRE, C. OLIVEIRA DE TELLO, C, C. Rejeitos e gerencia de rejeitos radioativos. Centro de desenvolvimento da tecnologia nuclear. **CDTN/CNEN**. 2007. Disponível em: <http://repositorio.cdtm.br:8080/handle/123456789/410>.
- BARBOZA, A. Gestão de rejeitos radioativos em serviços de medicina nuclear. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, University of São Paulo**. 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-16062009-180157/en.php>.
- BARBOSA DE SOUZA, D, C. Desenvolvimento de um método para gerenciamento de rejeitos radioativos no laboratório de produção de fontes de iodo-125 utilizadas em braquiterapia. **IPEN**. 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-03042019-123219/publico/2018SouzaDesenvolvimento.pdf>.
- BRASIL. Comissão nacional de energia nuclear. **CNEN NE 6.05**. Brasília. 2014. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm801.pdf>
- CALÁBRIA, J, A., A. LADEIRA, A, C, Q. COTA, S, D, S. RODRIGUES, P, C, H. Estudo da sorção de césio em solos: avaliação do desempenho em repositório de rejeitos radioativos. **Revista ibero-americana de ciências ambientais**. 2017. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2017.002.0016/850>.
- FARIAS DE CASTRO TOZO, C. Avaliação da metodologia de estimação da atividade em rejeitos sólidos radioativos perfura cortantes gerados em um Serviço de Medicina Nuclear. 2019. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1141245>.
- GOMES SANTOS, E, J. Levantamento radiométrico e gerenciamento dos rejeitos radioativos produzidos por pacientes em tratamentos com iodo-131. **Universidade CEUMA**. 2018. Disponível em: http://www.ceuma.br/mestradoambiente/images/Dissertacoes/2018_ELSOM_JO_Se_GOMES_SANTOS.pdf.
- MARQUES COSTA, A, P. QUERINO BRUNETTO, S. MASSARO ONUSIC, D. DARIO RAMOS, C. Teste de pureza radioquímica em serviços de medicina nuclear: calibrador de doses versus contador gama tipo poço. **Revista brasileira de física medica**. v, 12. p, 31. 2018. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/478>.
- MACHADO, M.MENEZES, V. QUEIROZ, C. SILVA, D. SAMPAIO, L. ALMEIDA, A. Revisão: radioproteção aplicada á medicina nuclear. **Revista Brasileira de física médica**. v, 4. p, 51. 2011. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Vinicius-Menezes-3/publication/321419290_Artigo_de_Revisao_Revisao_radioprotecao_aplicada_a_Medicina_Nuclear_Review_radioprotection_applied_in_Nuclear_Medicine/links/5a21075caca272ab5a6229ba/Artigo-de-Revisao-Revisao-radioprotecao-aplicada-a-Medicina-Nuclear-Review-radioprotection-applied-in-Nuclear-Medicine.pdf.

NASCIMENTO DOMINGOS, E. Simulação de incêndio em depósito de rejeitos radioativos e o risco radiológico associado a esse cenário. **Instituto de engenharia nuclear**. 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/157812606.pdf>.

RISSATO, M, L. OLIVEIRA, L, C. RIBEIRO, M, L. AVEZUM ALVES DE CASTRO, M, C. FERREIRA, N. Importância do Gerenciamento de Rejeitos Radioativos na Iodoterapia. **Revista Brasileira Multidisciplinar**. v, 11. p, 224. 2007. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/191>.

ROBILOTTA, CC. A tomografia por emissão de pósitrons: uma nova modalidade na medicina nuclear brasileira. **Rev Panam Salud Publica**. 2006. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v20n2-3/10.pdf.

R M SILVA, A. C SANTOS, H. Gerenciamento dos rejeitos radioativos da iodoterapia. **Brazilian Journal of radiation sciences**. 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/Adeauto/Downloads/109-462-1-PB%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Adeauto/Downloads/109-462-1-PB%20(3).pdf).

SÁ DO CARMO, A. Descarga de efluentes líquidos contendo radionuclídeos em uma instalação de medicina nuclear e seus impactos no meio ambiente. 2019. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2020/11/dds.pdf>.

TOLENTINO DE FARIAS CAIXETA, A. Gerenciamento de rejeitos radioativos de media e baixa energia nos serviços de medicina nuclear do DF. **Universidade católica de Brasília**. 2012. Disponível em: <https://btdt.ucb.br:8443/jspui/handle/123456789/1636>.

TAUHATA, L. SALATI, I. DI PRINZIO, R. DI PRINZIO, A. Gerenciamento de rejeitos radioativos. **INIS**. 2013. Disponível em: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:45073473.

TIEZZI, R. Desenvolvimento de fontes radioativas seladas imobilizadas em resina epóxi para verificação de detectores utilizados em medicina nuclear. **IPEN**. 2016. Disponível em: http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Rodrigo%20Tiezzi_M.pdf.

XIMENES ROCHA PEREIRA, G. Atuação do profissional de enfermagem no campo da medicina nuclear: Universidade católica de salvador. **Universidade católica de Salvador**. 2019. Disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/bitstream/prefix/933/1/TCCGILIANEPEREIRA.pdf>.

ZIDAN, P, M. SILVA, M, I, B. Estudos dos procedimentos de proteção radiológica e gerenciamento de rejeitos radioativos em laboratórios de radiofarmácia. **Instituto de engenharia nuclear**. 2002. Disponível em: https://www.ipen.br/biblioteca/cd/inac/2002/ENAN/E01/E01_037.PDF.