AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

***PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA
UNIDADE DE TRATAMENTO E ARMAZENAMENTO DE REJEITOS RADIOATIVOS DE
BAIXO E MÉDIO NÍVEIS DE RADIAÇÃO DO EMPREENDIMENTO RMB***

Tereza Cristina Salvetti

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Aplicações

Orientador:

Prof. Dr. Júlio Takehiro Marumo

São Paulo

2017

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3133-8908
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
<http://www.ipen.br>

**O IPEN é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento, associada
à Universidade de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela
Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

***PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA
UNIDADE DE TRATAMENTO E ARMAZENAMENTO DE REJEITOS RADIOATIVOS DE
BAIXO E MÉDIO NÍVEIS DE RADIAÇÃO DO EMPREENDIMENTO RMB***

Tereza Cristina Salvetti

**Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Aplicações**

**Orientador:
Prof. Dr. Júlio Takehiro Marumo**

#

Versão Corrigida
Versão Original disponível no IPEN

São Paulo
2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Tereza Cristina Salvetti

Título: Proposta para implantação de sistema de gestão integrado para unidade de tratamento e armazenamento de rejeito radioativo de baixo e médio níveis de radiação do Empreendimento RMB.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: 14/12/2017

Banca Examinadora

Prof. Dr. Júlio Takehiro Marumo

Instituição: GRR-IPEN

Julgamento: _____

Prof. Dr. Francisco Carlos Paletta

Instituição: FAAP

Julgamento: _____

Prof. Dr. Nerbe José Ruperti Júnior

Instituição: CNEN

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais,

AGRADECIMENTOS

Tenho tanto a agradecer... Considero-me privilegiada pelas oportunidades que a Vida me permite para aqui estar e pelas tantas pessoas com quem convivo e me estimulam a buscar ser e fazer o meu melhor a cada dia, mesmo naqueles em que me falta vontade e o desânimo e a incerteza tomam conta de mim.

Minha mãe foi a minha primeira grande incentivadora, mesmo nos momentos de revolta filial, não é Dona Leuza? Agradeço por não desistir de mim e sempre que possível, fortalecer o meu ânimo. Sorte minha ter a senhora como mãe. Gratidão profunda!

Ao querido orientador e amigo, obrigado por acreditar e pacientemente mostrar-me caminhos e possibilidades de realização desse trabalho. Aprendi muito com você. Tiveste o “timing” certo para cada etapa dessa empreitada.

Aos meus colegas e amigos de trabalho que tanto ajudaram, assumindo mais responsabilidades em vários momentos para possibilitar esse trabalho, com forma de gratidão, espero poder retribuir esse carinho. Não nomearei todos, pois é grande o risco de cometer enganos com meus esquecimentos, mas preciso citar os dois mais próximos: Scapa e Kibrit.

Aos meus amigos do Coral Amigos de Eurípedes Barsanulfo que souberam entender meus momentos de ausência e conseguiram conduzir o trabalho com maestria e à espiritualidade maravilhosa que me sustentou, fortaleceu, amparou e continua trilhando comigo novos desafios, meu reconhecimento e gratidão.

Agradeço a todos os amigos e familiares que, principalmente nesses últimos anos, deram-me apoio, mesmo quando não podiam estar presentes fisicamente... os desafios foram muitos.

Por fim, a você Eloy, que, independente da opinião que tivesse, jamais se manifestou negativamente, direcionando-me apenas palavras que fortaleceram minha autoestima, a crença de que eu seria capaz de realizar esse trabalho e tantos outros que estão me transformando em alguém melhor, meu amor e gratidão.

EPÍGRAFE

*Se todos os nossos infortúnios fossem colocados
juntos e, posteriormente, repartidos em partes
iguais por cada um de nós, ficaríamos muito felizes
se pudéssemos ter apenas, de novo, só os nossos.*

Sócrates

RESUMO

SALVETTI, Tereza C. ***Proposta para implantação de sistema de gestão integrado para unidade de tratamento e armazenamento de rejeito radioativo de baixo e médio níveis de radiação do Empreendimento RMB***. 2015. 115 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

O Reator Multipropósito Brasileiro (RMB) é um projeto que está sendo desenvolvido pela Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), com o objetivo principal de suprir o país com radioisótopos para aplicação médica (saúde), indústria, agricultura e meio ambiente. Este empreendimento possui vários estágios de desenvolvimento, cada um deles com etapas que envolvem conhecimentos muito específicos para a operacionalização efetiva de suas instalações, além de detalhes legais e regulamentares que precisam ser atendidos. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) são, respectivamente, os responsáveis pelo licenciamento ambiental e nuclear. Nesses órgãos licenciadores pode-se encontrar diretrizes para elaborar a documentação necessária aos processos de licenciamento para Instalações Nucleares e Instalações Radiativas, porém não foi possível identificar claramente algumas diretrizes para as instalações dedicadas a tratamento e armazenamento de Rejeitos Radioativos. O Empreendimento RMB irá gerar rejeito radioativo e contará com uma instalação para tratamento, acondicionado e armazenamento, para o qual haverá também a necessidade de se gerar documentação específica dedicada ao processo de licenciamento. Diante da lacuna na diretriz de estruturação e elaboração dos documentos específicos para este tipo de instalação, foi necessário realizar um levantamento de leis, regulamentos e normas relacionados a este tipo de negócio e que serão adotadas como referência na estruturação de tais documentos. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento e alinhamento das leis, regulamentos e normas aplicáveis, estruturando os requisitos em um Sistema de Gestão (SG), cujo escopo abrange o tratamento e armazenamento dos rejeitos radioativos do RMB. Este SG deverá fornecer diretrizes para a elaboração dos documentos de licenciamento e promover a gestão dos rejeitos radioativos gerados pelo RMB, bem como, deverá abordar as melhores práticas, de maneira a observar a segurança da instalação e processos envolvidos.

Palavra chave: sistema de gestão, gestão integrada, gerenciamento de rejeito radioativo, licenciamento de instalação de rejeito radioativo, legislação de rejeito radioativo, RMB

ABSTRACT

SALVETTI, Tereza C. ***Proposal for implementation of the integrated management system for radioactive waste treatment and storage unit of low and medium radiation levels of the Project RMB.*** 2015. 115 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

The Brazilian Multipurpose Reactor (RMB) is a project being developed by the Research and Development (DPD) Directorate of the National Nuclear Energy Commission (CNEN), with the main objective of supplying the country with radioisotopes for medical application (health), industry, agriculture and the environment. This project has several stages of development, each one with very specific knowledge for the effective operation of its facilities, as well as legal and regulatory details that need to be met. The Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) and CNEN are respectively responsible for environmental and nuclear licensing. These regulatory agencies have guidelines to prepare the necessary documentation for the licensing processes for nuclear and radioactive facilities, but it was not possible identify clearly the guidelines for the facilities dedicated to the treatment and storage of radioactive wastes. The RMB will generate radioactive waste and will have a facility for treatment, conditioning and storage, for which it will also be necessary to generate specific documentation dedicated to its licensing process. Faced with the lacuna in the structuring guideline and elaboration of the specific documents for this type of installation, it was necessary to carry out a survey of laws, regulations and norms related to this type of business and that will be adopted as reference in the structuring of such documents. The objective of this work was to carry out a survey and alignment of the applicable laws, regulations and standards, structuring the requirements in a Management System (SG), whose scope covers the treatment and storage of the RMB radioactive waste. This SG should provide guidelines for the preparation of licensing documents and promote the management of radioactive waste generated by the RMB and should address best practices in order to observe the safety of the facility and the processes involved.

Keywords: management system, integrated management, radioactive waste management, radioactive waste facility licensing, radioactive waste legislation, RMB.

	SUMÁRIO	Página
1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	14
2.1	Objetivos específicos	14
2.2	Premissas	14
3	DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS	16
3.1	Definições	16
3.2	Abreviaturas	23
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
4.1	O rejeito radioativo	26
4.1.1	Conceituação de lixo, resíduo e rejeito	26
4.1.1.1	Lixo	26
4.1.1.2	Resíduo	27
4.1.1.3	Rejeito	27
4.1.1.4	Rejeito radioativo	28
4.1.2	Gestão do rejeito radioativo	28
4.1.2.1	Princípios de gestão dos rejeitos radioativos	28
4.1.2.2	Classificação dos rejeitos radioativos no Brasil	30
4.1.2.3	Etapas da gestão do rejeito radioativo	31
4.1.2.3.1	Tratamento	33
4.1.2.3.2	Armazenamento intermediário	33
4.2	O Empreendimento – Reator Multipropósito Brasileiro	34
4.2.1	Porque o Empreendimento RMB?	34
4.2.2	O Empreendimento RMB	35
4.2.2.1	Reatores Nucleares no Brasil	37
4.2.2.2	Localização do Empreendimento RMB	38
4.2.2.3	Instalações do Empreendimento RMB	39
4.2.2.4	Rejeitos radioativos no Empreendimento RMB	42
4.2.2.4.1	Rejeitos radioativos gerados na operação	43
4.3	Levantamento de legislação e regulamentos	45
4.3.1	Considerações	45
4.3.2	Hierarquia da legislação brasileira	46
4.3.2.1	Normas constitucionais	46

4.3.2.2	Normas infraconstitucionais.....	47
4.3.2.3	Normas infralegais	48
4.3.3	Levantamento da legislação aplicável.....	49
5	METODOLOGIA	59
5.1	Licenciamento das instalações da UTAR do Empreendimento RMB	59
5.1.1	Licenciamento ambiental.....	59
5.1.1.1	Documentos de licenciamento	60
5.1.2	Licenciamento nuclear	61
5.1.2.1	Licenciamento para a unidade de tratamento da UTAR.....	62
5.1.2.1.1	Documentos de licenciamento	63
5.1.2.2	Licenciamento para o depósito intermediário da UTAR.....	66
5.1.2.2.1	Documentos de licenciamento	67
5.2	Harmonização de normas e guias	73
5.2.1	Diretrizes da CNEN para sistema de gestão	73
5.2.1.1	Laboratórios para tratamento de rejeito radioativo	73
5.2.1.2	Depósito intermediário de rejeito radioativo.....	73
5.2.2	Identificação das normas de conformidade	77
5.2.3	Correlação das normas de conformidade	79
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
6.1	SGI-UTAR.....	95
6.1.1	Modelo de conformidade a ser adotado para SGI-UTAR.....	95
6.1.1.1	Cultura de segurança	96
6.1.2	Estrutura da documentação SGI-UTAR	97
6.1.2.1	Documentos do SGI-RMB	98
6.1.2.2	Documentos do SGI-UTAR.....	100
7	CONCLUSÃO	105
8	RECOMENDAÇÃO	107
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Termos técnicos e nucleares	16
Tabela 3.2 – Termos legais ou jurídicos	22
Tabela 4.1 – Reatores nucleares de pesquisa no Brasil	37
Tabela 4.2 – Atividade estimada das emissões áreas previstas	44
Tabela 4.3 – Legislação aplicável ao gerenciamento de rejeitos radioativos	49
Tabela 4.4 – Resoluções CNEN aplicáveis ao gerenciamento de rejeitos radioativos.....	57
Tabela 5.1 – Correlação entre as normas e guias	81
Tabela 6.1 – Documentos do SGI-RMB.....	98
Tabela 6.2 – Documentos do SGI-UTAR	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Etapas da gestão de rejeitos radioativos no Empreendimento RMB	32
Figura 4.2 – Alinhamento das políticas estratégicas do governo	35
Figura 4.3 – Características gerais do projeto.....	36
Figura 4.4 – Planta do Empreendimento RMB.....	40
Figura 6.1 – Estrutura da documentação SGI-UTAR	98

1 INTRODUÇÃO

Em 2009 o mundo passou por uma grande crise na medicina nuclear, pois o maior fornecedor de Molibdênio (Mo-99) à época, a Nordion Inc. do Canadá, teve problemas e suspendeu suas atividades por meses. Esse material é fundamental para a prática desta medicina, seja para diagnóstico ou terapia. Naquela oportunidade muitos pacientes tiveram seus procedimentos suspensos, retratando a importância da medicina nuclear na sociedade.

A regularização do cenário levou quase um ano e muita estratégia das empresas para suprir esta lacuna, motivando vários países na busca de soluções que não fossem momentâneas, mas que, na medida do possível, tornassem-os, pelo menos, auto-suficientes. Juntando-se isso a outras necessidades que se faziam no momento, por exemplo, testes de materiais, surgiu a iniciativa e decisão de construir um reator nuclear. Dessa maneira o Empreendimento do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB) foi estabelecido, tendo como instalação principal, um reator nuclear de pesquisa e todo um conjunto de instalações para oferecer suporte aos seus propósitos.

O Empreendimento RMB é um projeto que está sendo desenvolvido pela Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), por meio dos Institutos de Pesquisa vinculados, bem como por parceiros, a saber: Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) e Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (AMAZUL).

Este empreendimento possui vários estágios de desenvolvimento, cada um deles com etapas que envolvem conhecimentos muito específicos para a operacionalização efetiva de suas instalações, além de detalhes legais e regulamentares que precisam ser atendidos.

O Empreendimento RMB, por sua natureza e configuração de suas instalações, está caracterizado predominantemente como vinculado à área nuclear. Conforme a Resolução CONAMA 237/1997 [1] e a Lei Federal 10.308/2001 [2], o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), bem como a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) são os responsáveis pelo licenciamento ambiental e nuclear, respectivamente. Nesses órgãos licenciadores pode-se encontrar diretrizes para elaborar a documentação necessária aos processos de licenciamento para

Instalações Nucleares e Instalações Radiativas, porém não foi possível identificar essas diretrizes de forma clara para instalações dedicadas a tratamento e armazenamento de Rejeitos Radioativos.

O Empreendimento RMB, assim como qualquer outra instalação de natureza nuclear irá gerar rejeito radioativo que precisará ser tratado, acondicionado e armazenado. Haverá no Empreendimento RMB uma instalação com este propósito e que também precisará gerar documentação específica dedicada ao processo de licenciamento. Diante da lacuna na diretriz de estruturação e elaboração dos documentos específicos para este tipo de instalação, foi necessário realizar um levantamento de leis, regulamentos e normas relacionados a este tipo de negócio e que serão adotadas como referência na estruturação de tais documentos.

Este trabalho propõe realizar este levantamento, alinhando as leis, regulamentos e normas aplicáveis, estruturando os requisitos em um Sistema de Gestão (SG), cujo escopo abrange o tratamento e armazenamento dos rejeitos radioativos do Empreendimento RMB. Este SG deverá fornecer diretrizes para a elaboração dos documentos de licenciamento e promover a gestão dos rejeitos radioativos gerados pelo Empreendimento RMB, bem como, deverá abordar as melhores práticas, de maneira a observar a segurança da instalação e processos envolvidos.

Desta forma, para facilitar a compreensão, é apresentada a seguir, a sequência dos temas que foram abordados neste trabalho:

- Rejeito radioativo: o que é, como é classificado no Brasil, o gerenciamento e suas etapas;
- Breve descrição do Empreendimento RMB e a previsão dos rejeitos radioativos a serem gerados nas suas instalações;
- Levantamento da legislação e regulamentos aplicáveis ao trabalho, bem como os requisitos de licenciamento ambiental e nuclear deste tipo de instalação ou atividade;
- Normas e guias de sistema de gestão adotados neste trabalho e correlação de seus requisitos; e
- Sugestão de modelo de sistema de gestão a ser adotado, identificando possível documentação a ser desenvolvida.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo principal propor um modelo de Sistema de Gestão Integrado para a Unidade de Tratamento e Armazenamento de Rejeito Radioativo (SGI-UTAR) – a ser implantado nas atividades que englobam o tratamento e armazenamento temporário dos rejeitos radioativos de baixo e médio nível de radiação, para contribuir com o Empreendimento do Reator Multipropósito Brasileiro – RMB, abrangendo aspectos relacionados à qualidade, meio ambiente, segurança, saúde, financeiro e risco.

2.1 Objetivos específicos

Considerando que o SGI-UTAR, com base nas normas, deve atender os estágios do Empreendimento RMB, a saber, projeto (detalhado), construção, comissionamento e operação, os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar levantamento bibliográfico e pesquisa sobre leis, regulamentos e normas (nacionais e internacionais) aplicáveis à instalação de tratamento e armazenamento de rejeito radioativo de baixo e médio nível de radiação;
- Definir um guia para implantação do SGI, harmonizando as normas e requisitos, de maneira a atender a legislação e regulamentos vigentes no país;
- Propor uma estrutura de documentação para suporte do SGI-UTAR; e
- Elaborar uma proposta de estrutura de SGI-UTAR que atenda às diretrizes do Empreendimento RMB (SGI-RMB) e às melhores práticas de gestão para este tipo de instalação.

2.2 Premissas

Este trabalho partiu do pressuposto que:

- O Empreendimento RMB possui um Sistema de Gestão Integrado (SGI-RMB) que fornece as diretrizes básicas de gestão para todas as instalações dentro do seu sítio.

- Na oportunidade deste estudo os estágios de escolha de local, projeto conceitual e projeto básico do Empreendimento RMB já haviam sido concluídos pelo requerente, não sendo cobertos por este trabalho.
- A gestão de rejeito radioativo de alto nível de radiação requer um estudo específico, não coberto por este trabalho.

3 DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

Antes de iniciar o trabalho propriamente dito, para uma melhor leitura e compreensão, cabe entender algumas abreviaturas e alguns termos que serão utilizados nos próximos capítulos.

3.1 Definições

Existem termos que aparecem em mais de uma norma ou resolução. Quando a definição for exatamente a mesma, será usada como referência apenas a norma que for mais recente. Quando as definições forem similares ou um pouco distintas entre si, necessitando a adoção daquela que seja mais adequada aos propósitos em questão, serão citadas as referências das normas ou resoluções, sendo adotada a primeira apresentada.

Os termos foram agrupados por tema, sendo que as definições adotadas são divididas em:

- termos técnicos e nucleares, Tabela 3.1, extraídos do documentos da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN; e
- termos legais ou jurídicos, Tabela 3.2.

Tabela 3.1 – Termos técnicos e nucleares

(Continua)

Termo	Definição
Acidente	Qualquer evento não intencional, incluindo erros de operação e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais são relevantes sob o ponto de vista de proteção radiológica ou segurança nuclear. [3]
Armazenamento	Confinamento de material radioativo ou de rejeitos radioativos por um determinado período de tempo. [1] Também definido nas resoluções CNEN 12/02 (CNEN NN 6.09) [4] e CNEN 014/89 (CNEN NE 6.06). [5]
Atividade (de uma quantidade de radionuclídeo em um determinado estado de energia em um instante de tempo)	É o quociente dN / dt , de uma quantidade de núcleos radioativos em um estado de energia particular, onde dN é o valor esperado do número de transições nucleares espontâneas deste estado de energia no intervalo de tempo dt . $A = dN / dt$ (Unidade em Becquerel $Bq = s^{-1}$) [3] Também definido na resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01). [6]

(Continua)

(Continuação)

Termo	Definição
Atividades que influem na qualidade	Atividades tais como, projeto, aquisição, fabricação, construção, montagem, instalação, ensaios/testes, operação, manutenção, reparos, recarregamento, modificações e inspeções, cuja execução precisa ser efetuada no contexto da garantia da qualidade. [3] Também definido na resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16). [7]
Bases de licenciamento	Exigências regulatórias aplicadas a uma instalação, podendo incluir, também, acordos e compromissos firmados entre o órgão regulatório e o licenciado. [3]
Blindagem	Material ou dispositivo interposto entre fontes de radiação e pessoas ou meio-ambiente para fins de redução da exposição externa. [3]
Comissionamento	Processo durante o qual sistemas e componentes da instalação, após sua construção e montagem, são tornados operacionais, procedendo-se à verificação de sua conformidade com as características de projeto e critérios de desempenho. [3]
Contratados Principais	Projetista, responsável pelo sistema e empreiteiros para obras civis e montagem eletromecânica, para todas as instalações e mais o fabricante do elemento combustível, o fabricante/montador do vaso de contenção metálica e o fabricante dos componentes pesados do sistema nuclear de geração de vapor para as usinas nucleoeletrônicas. [7]
Controle da Qualidade	Ações da garantia da qualidade que proporcionam meios para medir e controlar as características de uma estrutura, sistema, componente, processo ou instalação, de acordo com os requisitos estabelecidos. [6]
Cultura da Segurança	Conjunto de características e atitudes de organizações e de indivíduos que estabelece como prioridade maior que as questões de segurança da instalação receberão atenção proporcional à sua importância. SS-75 – INSAG 4. [3]
Deposição de Rejeitos Radioativos	Colocação de rejeitos radioativos em instalação licenciada pelas autoridades competentes, sem a intenção de removê-los. [3] Também definido nas resoluções CNEN 12/02 (CNEN NN 6.09) [4] e CNEN 014/89 (CNEN NE 6.06). [5]
Depósito Intermediário	Depósito destinado a receber e, eventualmente acondicionar, rejeitos radioativos, objetivando a sua futura remoção para depósito final. [3] Também definido na resolução CNEN 12/02 (CNEN NN 6.09). [4]
Descomissionamento	Ações técnicas e administrativas destinadas à liberação de uma instalação do controle regulatório. [3] Também definido na resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01). [6]
Descontaminação	Remoção completa ou parcial de contaminação radioativa por meio de processos físicos, químicos ou biológicos. [3] Também definido na resolução CNEN 10/88 (CNEN NN 3.02). [8]

(Continua)

(Continuação)

Termo	Definição
Documentos de Garantia da Qualidade	Documento, utilizando-se qualquer tipo de mídia, que define, descreve, especifica, identifica, registra ou certifica requisitos, medidas ou resultados de atividades que influem na qualidade, tais como especificações, procedimentos, registros, certificados, relatórios, planos ou desenhos. [3] Também definido na resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16). [7]
Embalado	Volume apresentado para transporte de materiais radioativos; abrange a embalagem e seu respectivo conteúdo radioativo. [3] Também definido na resolução CNEN 12/02 (CNEN NN 6.09). [4]
Embalagem para armazenamento e transporte de material radiativo (ou simplesmente embalagem)	<p>Recipiente com tampa hermética, com ou sem revestimento interno, cuja finalidade é permitir o transporte e o armazenamento do produto, evitar a penetração de elementos externos e, se necessário, blindar a radiação e/ou reter radionuclídeos. [3]</p> <p>Recipiente fechado, com ou sem revestimento interno, que tem a finalidade de permitir o transporte e o armazenamento do produto e, se necessário, servir de “barreira de engenharia” com o objetivo de blindar a radiação e/ou reter radionuclídeos. [4] ¹</p> <p>Conjunto de componentes necessários para encerrar completamente o <i>conteúdo radioativo</i>, podendo consistir de um ou mais invólucros ou recipientes, materiais absorventes, estruturas para espaçamento, blindagem para radiações, e dispositivos para resfriamento, para absorção de choques mecânicos e para isolamento térmico. Pode se apresentar como uma caixa, tambor ou recipiente similar, e também como um <i>contêiner</i> ou <i>tanque</i>, em conformidade com os requisitos para <i>embalados</i>. [9]</p>
Emergência	Situação anormal que, a partir de um determinado momento, foge ao controle planejado e pretendido pelo operador, demandando medidas especiais para retomada da normalidade. [3]
Estágio de um Empreendimento (ou simplesmente Estágio)	Termo geral utilizado para designar cada uma das seis principais etapas do seu desenvolvimento, a saber: escolha do local, projeto, construção, comissionamento, operação e descomissionamento. [7]
Evento não usual	Situação que se configura no instante em que se verificar uma condição inicial que indique possível degradação no nível de segurança na instalação. [3]
Fonte radioativa	Material radioativo utilizado como fonte de radiação. [3]

(Continua)

¹ O termo “barreira de engenharia” foi traduzido equivocadamente do inglês: “engineered barrier” ou “engineering barrier”. A expressão mais adequada seria “barreira artificial”, cumprindo com o sentido da definição.

(Continuação)

Termo	Definição
Garantia da Qualidade	Conjunto das ações sistemáticas e planejadas, necessárias para proporcionar confiança adequada de que uma estrutura, sistema, componente ou instalação, funcionará satisfatoriamente em serviço. [10] Também definido na resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16). [7] Conjunto das ações sistemáticas de controles e inspeções implementadas pelas organizações envolvidas no <i>transporte de materiais radioativos</i> , objetivando prover garantia adequada de que os padrões de segurança estabelecidos nesta Norma sejam alcançados na prática. [9]
Gerência de Rejeitos Radioativos (GRR ou simplesmente gerência de rejeitos)	Conjunto de atividades administrativas e técnicas envolvidas na coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e deposição de rejeitos radioativos. [3] Também definido na resolução CNEN 12/02 (CNEN NN 6.09). [4]
Indivíduo do público	Qualquer membro da população quando não submetido à exposição ocupacional ou exposição médica. [3] Também definido na resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01). [6]
Indivíduo ocupacionalmente exposto - IOE	Indivíduo sujeito à exposição ocupacional. [3]
Item	Termo geral que abrange qualquer estrutura, sistema, componente, peça ou material. [7]
Item importante à segurança	Item que inclui ou está incluído em: a) estruturas, sistemas e componentes cuja falha ou mau funcionamento pode resultar em exposições indevidas à radiação para o pessoal da instalação ou membros do público em geral; b) estruturas, sistemas e componentes que evitam que ocorrências operacionais previstas resultem em condições de acidente; c) dispositivos necessários para atenuar as consequências de falha ou mau funcionamento de estruturas, sistemas e componentes citados em a) e b) acima; [7]
Licença de construção	Ato pelo qual a CNEN permite a construção de uma instalação, sob condições especificadas, após verificar a viabilidade técnica, o conceito de segurança do projeto e sua compatibilidade com o local aprovado. [3]
Licenciamento	Processo através do qual a CNEN, por meio de avaliações e verificações das condições de segurança de uma instalação, concede, modifica, limita, prorroga, suspende ou revoga uma licença ou autorização de construção, operação ou descomissionamento da instalação. [7]
Material nuclear	Material que compreende os elementos nucleares ou seus subprodutos (elementos transurânicos, 233U) em qualquer forma de associação, i.e., metal, liga ou combinação química. [3] Também definido na resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01) [6]

(Continua)

(Continuação)

Termo	Definição
Material Radioativo	Material contendo substâncias que emitem espontaneamente radiação ionizante. [3] Também definido na resolução CNEN 110/11 (CNEN NN 2.01). [10]
Meia vida	Tempo necessário para que a atividade de um dado material radioativo caia pela metade, como resultado de um processo de decaimento radioativo. [3]
Órgão regulador ou Organismo regulador	Entidade designada pelo governo de um país como tendo autoridade legal para conduzir um processo regulador, inclusive podendo emitir, suspender ou cancelar autorizações e licenças naquele país. [3]
Plano de Emergência Local (PEL)	Plano, elaborado e implementado pelo titular da instalação, abrangendo a área de sua propriedade, que contém todas as medidas planejadas a serem desenvolvidas visando a segurança da população em caso de acidente radiológico. [3]
Plano de Proteção Física PPF	Documento sigiloso que descreve a proteção física de determinada Unidade Operacional, de acordo com os requisitos da CNEN. [3] Também definido na resolução CNEN 110/11 (CNEN NN 2.01). [10]
Plano de Proteção Radiológica (PPR)	Documento exigido para fins de licenciamento da instalação, que estabelece as ações de proteção radiológica a serem implantadas pelo serviço de proteção radiológica local. [3]
Plano de Radioproteção (PR)	Documento exigido para fins de licenciamento da instalação, que estabelece o sistema de radioproteção a ser implantado pelo serviço de radioproteção. [8] ²
Plano Final de Descomissionamento (PFD)	Documento de licenciamento de uma usina nucleoeletrica que define a estratégia a ser adotada no descomissionamento da usina. [3]
Programa de Garantia da Qualidade (PGQ)	Documento, para fins de licenciamento, que descreve ou apresenta os compromissos para o estabelecimento do Sistema de Garantia da Qualidade de uma organização. [3] Também definido na resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16). [7]
Proteção Física	Conjunto de medidas destinadas: a) a evitar atos de sabotagem contra materiais, equipamentos e instalações; b) a impedir a remoção não autorizada de material, em especial, nuclear; c) a prover meios para rápida localização e recuperação de material desviado; e, d) à defesa do patrimônio e da integridade física do pessoal de uma Unidade Operacional. [3]
Proteção radiológica ou Radioproteção	Conjunto de medidas que visam a proteger o ser humano e seus descendentes contra possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante. [6]

(Continua)

² Apesar da estrutura da frase ser diferente, a interpretação pode ser a mesma, caracterizando o mesmo documento com o mesmo propósito.

(Continuação)

Termo	Definição
Radiação ionizante ou Radiação	Qualquer partícula ou radiação eletromagnética que, ao interagir com a matéria, ioniza seus átomos ou moléculas. [6]
Radiofármaco	Substância radioativa produzida para uso em medicina nuclear ou radiodiagnóstico. [3]
Rejeito Radioativo (ou simplesmente Rejeito)	Qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados pela CNEN, e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista. [10] Também definido na resolução CNEN 12/02 (CNEN NN 6.09). [4]
Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação	Rejeitos contendo predominantemente, radionuclídeos emissores Beta e Gama com meia-vida da ordem de 30 anos, com quantidades de emissores Alfa iguais ou inferiores a $3,7 \times 10^3$ Bq/g, e cujas taxas de calor não ultrapassem a 2 kW/m^3 . [4] ³
Resíduo radioativo (ou simplesmente resíduo)	Qualquer substância remanescente, gerada em instalações nucleares ou radiativas, que contenha radionuclídeos e para a qual a reutilização é possível, em conformidade com os requisitos de proteção radiológica estabelecidos pela CNEN. [3]
Requerente	Pessoa física ou jurídica, autorizada na forma da Lei, que requer à CNEN aprovação, licença, autorização, ou qualquer outro ato administrativo previsto em Norma. [3] Também definido na resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16). [7]
Sistema de Garantia da Qualidade - (SGQ)	Conjunto de medidas desenvolvidas por uma organização, necessários à implementação efetiva das ações de garantia da qualidade em um empreendimento como um todo ou a cada um dos seus estágios. Promove a integração dos elementos relacionados ao planejamento estratégico, à estruturação organizacional, à definição de responsabilidades e atribuições de indivíduos ou grupos, à adoção de procedimentos administrativos e executivos requeridos, à utilização de métodos e processos apropriados e à alocação dos recursos materiais e humanos. [3] Também definido na resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16). [7]
Titular	Responsável legal pela instituição ou instalação para a qual foi outorgada, pela CNEN, uma licença, autorização ou qualquer outro ato administrativo de natureza semelhante. [3]
Tratamento de Rejeitos	Qualquer operação ou procedimento que modifique as características originais dos rejeitos, visando aumentar a segurança e minimizar os custos das etapas posteriores de sua gerência. [4] Qualquer operação visando a modificar as características do rejeito radioativo (p. ex. redução de volume, mudança da composição, remoção de radionuclídeos etc). [5]

(Continua)

³ Terminologia ainda utilizada, mas não adequada, pois que trata de duas coisas distintas em uma única expressão.

(Continuação)

Termo	Definição
Zona de Isolamento	Área adjacente à barreira física, desprovida de quaisquer obstáculos que possam ocultar ou proteger um indivíduo ou um veículo. [3] Também definido na resolução CNEN 110/11 (CNEN NN 2.01). [10]
Zona de Planejamento de Emergência (ZPE)	Zona que abrange áreas para as quais é recomendado planejamento de ações imediatas e efetivas a serem implementadas para proteger o público em caso de acidente nuclear ou radiológico. [3]

Fonte: autor da dissertação

Tabela 3.2 – Termos legais ou jurídicos

Termo	Definição
Estatuto	(Jur.) Lei orgânica que estabelece os princípios de funcionamento de uma instituição, empresa, entidade, associação etc., ou de um setor, segmento etc. (estatuto do clube, estatuto previdenciário) [11]
Guia	Manual ou documento que contém informações, instruções e conselhos de diversas naturezas. [12]
Legislação	Conjunto de leis; ciência das leis; sistema legal de um Estado: legislação federal. [13]
Norma	Aquilo que se estabelece como fundamento ou termo para a execução de qualquer coisa; preceito legal, regulamento, modelo. [13]
Norma Técnica	Documento aprovado por uma instituição reconhecida, que prevê, para um uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para os produtos ou processos e métodos de produção conexos, e cuja observância não é obrigatória. Também pode incluir prescrições em matéria de terminologia, símbolos, embalagem, marcação ou etiquetagem aplicáveis a um produto, processo ou método de produção, ou tratar exclusivamente delas. [14]
Regulamento	Conjunto de disposições governamentais que explica e regula a aplicação de uma lei, decreto, etc. [11]
Regulamento técnico	Documento aprovado por órgãos governamentais em que se estabelecem as características de um produto ou dos processos e métodos de produção com eles relacionados, com inclusão das disposições administrativas aplicáveis e cuja observância é obrigatória. Também pode incluir prescrições em matéria de terminologia, símbolos, embalagem, marcação ou etiquetagem aplicáveis a um produto, processo ou método de produção, ou tratar exclusivamente delas. [14]
Requisito	Quesito; condição básica e necessária para se obter alguma coisa ou para alcançar determinado propósito. Condição, exigência legal necessária que valida, dá validade, a uma ação jurídica. [12]

(Continua)

(Continuação)

Termo	Definição
Requisitos legais	Formalidade necessária para a existência legítima, ou para a legalidade de certo ato jurídico, ou contrato. [13]
Requisitos estatutários e regulamentares	São os requisitos impostos por força de lei ou regidos por alguma norma aceita pelo fabricante ou prestador de serviço. Existem requisitos estatutários e regulamentares gerais e específicos. Cabe à organização identificá-los e garantir o seu atendimento. [15]
Resolução	São atos administrativos normativos que partem de autoridades superiores, mas não do chefe do executivo, através das quais disciplinam matéria de sua competência específica. As resoluções não podem contrariar os regulamentos e os regimentos, mas explicá-los. [16]

Fonte: autor da dissertação

3.2 Abreviaturas

As abreviaturas citadas no trabalho estão relacionadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Abreviaturas e siglas

Abreviatura	Descrição
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADCT	Ato das Disposições Constitucionais Transitórias
AMAZUL	Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A.
ANSTO	Australian Nuclear Science and Technology Organization
ARPANSA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
BSI	British Standards Institution
BR2	Belgian Reactor 2
CBTN	Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear
CDTN	Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
CEA	Centro Experimental Aramar
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTMSP	Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
DPD	Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ENRESA	Empresa Nacional de Resíduos Radiactivos S.A.

(Continua)

(Continuação)

Abreviatura	Descrição
ETRR-2	Experimental Training Research Reactor Number two
HEPA	High Efficiency Particulate Arrestance
HFR	High Flux Reactor
IAEA	International Atomic Energy Agency
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IOE	Indivíduo Ocupacionalmente Exposto
INB	Indústrias Nucleares do Brasil
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
ISO	International Organization for Standardization
LAMI	Laboratório de Análise e Materiais Irradiados
LARA	Laboratório de Radioquímica
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LOCA	Loss of Coolant Accident
LP	Licença Prévia
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
NAA	Núcleo de Apoio Administrativo
NECSA	South African Nuclear Energy Corporation
NIA	Núcleo de Infraestrutura e Apoio
NNR	National Nuclear Regulator (South Africa)
NPP	Núcleo de Produção e Pesquisa
NRU	National Research Universal
NUCLEBRÁS	Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series (<i>Série de Avaliação de Segurança e Saúde Ocupacional.</i>)
OPAL	Open Pool Australian Light-water Reactor
PAS	Publicly Available Specification
PGQ	Programa de Garantia da Qualidade
PMI	Project Management Institute
PMRA	Plano de Monitoração Radiológica Ambiental
PNB	Programa Nuclear Brasileiro
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RAN	Rejeito de Alto Nível de Radiação

(Continua)

(Continuação)

Abreviatura	Descrição
RAS	Relatório de Análise de Segurança
RBMN	Rejeito de Baixo e Médio Níveis de Radiação
RBMN-RN	Rejeitos Contendo Radionuclídeos Naturais (Rejeito de Baixo e Médio Níveis de Radiação)
RBMN-VC	Meia vida Curta (Rejeito de Baixo e Médio Níveis de Radiação)
RBMN-VL	Meia vida Longa (Rejeito de Baixo e Médio Níveis de Radiação)
RFAS	Relatório Final de Análise de Segurança
RI	Rejeitos Isentos
RIMA	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
RL	Relatório do Local
RMB	Reator Multipropósito Brasileiro
RPAS	Relatório Preliminar de Análise de Segurança
RVMC	Rejeito de Meia Vida Muito Curta
SG	Sistema de Gestão
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SGI	Sistema de Gestão Integrado
SGI-RMB	Sistema de Gestão Integrado do Empreendimento RMB
SGI-UTAR	Sistema de Gestão Integrado da Unidade de Tratamento e Armazenamento de Rejeito Radioativo
SISNAGA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SUS	Sistema Único de Saúde
UTAR	Unidade de Tratamento e Armazenamento de Rejeito Radioativo
ZPE	Zona de Planejamento de Emergência

Fonte: autor da dissertação

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo a contextualização do tema rejeito radioativo no Brasil, do Empreendimento RMB e de toda a legislação que envolveu a pesquisa para este trabalho.

4.1 O rejeito radioativo

O tema rejeito radioativo não é muito comum para o público em geral e também é um assunto polêmico que muitas vezes não é abordado adequadamente. Por estes motivos, são fornecidos, neste tópico, alguns conceitos básicos que facilitam a compreensão por parte do leitor.

4.1.1 Conceituação de lixo, resíduo e rejeito

Rejeito, resíduo ou lixo? Afinal, o que é este subproduto gerado na operação de instalações que manipulação material nuclear ou material radioativo?

4.1.1.1 Lixo

A palavra lixo vem do latim “lix” que significa “cinza”. Segundo o Dicionário Aurélio [17], lixo é *tudo o que não presta e se joga fora; coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor; resíduos que resultam de atividades domésticas, industriais, comerciais.*

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define o lixo como *os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo se apresentar no estado sólido e líquido, desde que não seja passível de tratamento.* [18]

O termo lixo no âmbito técnico não é utilizado e com todo conhecimento e tecnologia disponíveis hoje, grande parte do que é gerado em processos produtivos e afins pode ser de alguma forma reaproveitado ou reciclado, sendo considerado como resíduo e, quando isso não é possível, considera-se como rejeito. [19]

4.1.1.2 Resíduo

A definição de lixo tem haver com tudo aquilo que não apresenta nenhuma serventia para quem o descarta. Por outro lado, o que não serve para um pode se tornar para o outro, matéria-prima de um novo produto ou processo, ou seja, resíduo. [19]

Resíduo então é tudo aquilo que pode ser reutilizado e reciclado e, para isto, este material precisa ser separado por tipo, o que permite a sua destinação para outros fins. Atualmente, fala-se em 5R e até 8R aplicáveis aos resíduos, em que os 5R significam: repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar; e os 8R significam: refletir, reduzir, reutilizar, reciclar, respeitar, reparar, responsabilizar-se e repassar, conforme o site “akatu – Consumo consciente para um futuro sustentável”. [20]

Podem ser classificados quanto à origem e quanto à periculosidade e encontrados nas formas sólida (resíduos sólidos), líquida (efluentes) e gasosa (gases e vapores).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei Federal 12.305/2010 [21] usa o termo rejeito para resíduos que não podem ser reciclados ou reprocessados. A ABNT define resíduos sólidos como aqueles que:

resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. [22]

4.1.1.3 Rejeito

O rejeito é um tipo específico de resíduo que não pode ser reaproveitado ou reciclado e quando não há solução final para o item ou parte dele. Nesse caso, as únicas destinações plausíveis são encaminhá-lo para um aterro sanitário licenciado ambientalmente, incineração ou outra destinação, conforme legislação aplicável, de maneira que o meio ambiente não seja prejudicado.

4.1.1.4 Rejeito radioativo

Dentre os possíveis rejeitos há o radioativo e que é definido pela CNEN como sendo *qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção, estabelecidos pela CNEN, para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista.* [3]

O rejeito radioativo, assim como qualquer outro tipo de resíduo ou rejeito, necessita de atenção especial e não é encaminhado para um aterro sanitário ou industrial.

4.1.2 Gestão do rejeito radioativo

A gestão do rejeito radioativo abrange variadas ações administrativas e técnicas envolvidas na coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e deposição de rejeitos radioativos e tem por objetivo, manter o equilíbrio do meio ambiente e proteger a saúde dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) e dos indivíduos do público, desde sua geração até a deposição, com um custo razoável e pelo tempo que for necessário.

4.1.2.1 Princípios de gestão dos rejeitos radioativos

Nas etapas e objetivos desta gestão observa-se um conjunto de princípios, de natureza ética, que auxiliam na definição do como, por que e para que gerenciar os rejeitos radioativos. Portanto, esses princípios podem impactar a forma e a estrutura de um Sistema de Gestão (SG) dedicado a esta atividade.

Esses princípios, conforme recomendação da “International Atomic Energy Agency” (IAEA) no SS 111-F [23], devem complementar os padrões e critérios nacionais no desenvolvimento de programas de gerenciamento de resíduos radioativo, abrangendo seus aspectos e etapas. A CNEN, como organismo regulador e responsável por definir as políticas, estratégias e princípios para a questão dos rejeitos radioativos não tem definido estes princípios.

Na tentativa de uma proposição baseada nos princípios da IAEA e do “Department for Environment, Food and Rural Affairs” (DEFRA) [24] do Reino

Unido, e considerando a cultura brasileira onde seria aplicada, fica a sugestão para que, pelo menos, os seguintes princípios sejam adotados:

- **Proteção à saúde humana e ao meio ambiente** – Os rejeitos radioativos devem ser gerenciados de forma a se assegurar um nível adequado de proteção à saúde humana e ao ambiente natural.
- **Respeito aos limites do meio ambiente** – O gerenciamento deve ser tal que evite danos sérios ou irreversíveis ao ambiente, assegurando às futuras gerações que os impactos previstos sejam no máximo iguais aos que são considerados aceitáveis hoje, não deixando encargos indevidos de proteção às futuras gerações.
- **Transparência, informação, participação e acesso à justiça** – As políticas e estratégias devem levar em consideração a visão e as opiniões do público, evidenciando a transparência, abertura, inclusão e integridade.
- **Base legal apropriada** – Os rejeitos devem ser gerenciados sob base legal apropriada, que indique as responsabilidades e a função reguladora independente.
- **Limitação da geração de rejeitos** – A geração de rejeitos radioativos deve ser mantida no nível mais baixo que seja praticável, em volume e em atividade.
- **Interdependência da geração e gestão** – A interdependência entre todas as etapas de geração e gestão dos rejeitos radioativos deve ser considerada adequadamente.
- **Segurança das instalações** – A segurança das instalações para a gestão dos rejeitos radioativos deve ser assegurada apropriadamente durante toda sua vida útil.
- **Ação com precaução e aplicação do conhecimento científico** – As decisões sobre o rejeito radioativo devem ser com base na melhor informação disponível, opiniões científicas abalizadas e confiáveis. Principalmente para os rejeitos radioativos potencialmente perigosos, a incerteza não pode ser uma desculpa para a inação.

4.1.2.2 Classificação dos rejeitos radioativos no Brasil

O gerenciamento dos rejeitos radioativos é mais eficaz quando esses estão classificados conforme critérios adotados, que podem ser: origem, criticalidade, propriedades radiológicas, físicas, químicas e biológicas.

A classificação adotada para os rejeitos radioativos do Empreendimento RMB é a estabelecida no capítulo II da resolução CNEN 167/14 (CNEN NN 8.01) [25], conforme apresentado a seguir:

Artigo 3º Os rejeitos são classificados segundo seus níveis e natureza da radiação, bem como suas meias-vidas:

I - Classe 0: Rejeitos Isentos (RI): rejeitos contendo radionuclídeos com valores de atividade ou de concentração de atividade, em massa ou volume, inferiores ou iguais aos respectivos níveis de dispensa estabelecidos nos Anexos II e VI;

II - Classe 1: Rejeitos de Meia-Vida Muito Curta (RVMC): rejeitos com meia-vida inferior ou da ordem de 100 dias, com níveis de atividade ou de concentração em atividade superiores aos respectivos níveis de dispensa;

III - Classe 2: Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação (RBMN): rejeitos com meia-vida superior a dos rejeitos da Classe 1, com níveis de atividade ou de concentração em atividade superiores aos níveis de dispensa estabelecidos nos Anexos II e VI, bem como com potência térmica inferior a 2 kW/m³;

IV - Classe 2.1: Meia-Vida Curta (RBMN-VC): rejeitos de baixo e médio níveis de radiação contendo emissores beta/gama, com meia-vida inferior ou da ordem de 30 anos e 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;

V - Classe 2.2: Rejeitos Contendo Radionuclídeos Naturais (RBMN-RN): rejeitos de extração e exploração de petróleo, contendo radionuclídeos das séries do urânio e tório em concentrações de atividade ou atividades acima dos níveis de dispensa estabelecidos no Anexo VI desta Norma;

VI - Classe 2.3: Rejeitos contendo Radionuclídeos Naturais (RBMN-RN): rejeitos contendo matérias primas minerais, naturais ou industrializadas, com radionuclídeos das séries do urânio e do tório em concentrações de atividade ou atividades acima dos níveis de dispensa estabelecidos no Anexo VI desta Norma;

VII - Classe 2.4: Rejeitos de Meia-Vida Longa (RBMN-VL): rejeitos não enquadrados nas Classes 2.2 e 2.3, com concentrações de radionuclídeos de meia-vida longa que

excedem as limitações para classificação como rejeitos de meia-vida curta; e

VIII – 3: Rejeitos de Alto Nível de Radiação (RAN): rejeitos com potência térmica superior a 2kW/m³ e com concentrações de radionuclídeos de meia-vida longa que excedam as limitações para classificação como rejeitos de meia-vida curta.

Considerando que este trabalho tem como objeto os rejeitos radioativos gerados no Empreendimento RMB, ou seja, Classe 0, Classe 1, Classe 2.1 e Classe 2.4, doravante, quando não especificado a classe do rejeito radioativo, o texto estará se referindo apenas a estas 4 classes.

4.1.2.3 Etapas da gestão do rejeito radioativo

A gestão segura dos rejeitos radioativos abrange todas as atividades técnicas e administrativas desde sua geração até a deposição final. Como o Brasil ainda não possui um repositório para receber os rejeitos radioativos, os de Classe 2.1 e 2.4 do Empreendimento RMB ficarão armazenados em depósito intermediário na Unidade de Tratamento e Armazenamento de Rejeito Radioativo (UTAR). Quando for construído um repositório nacional, este rejeito radioativo deverá ser transferido para essa instalação.

Na Figura 4.1 é apresentado o fluxograma das etapas envolvidas na gestão dos rejeitos radioativos do Empreendimento RMB.

Figura 4.1 – Etapas da gestão de rejeitos radioativos no Empreendimento RMB

Fonte: autor da dissertação.

Os rejeitos Classe 1 do Empreendimento RMB ficarão nos depósitos iniciais, ou seja, segregados, identificados e armazenados adequadamente nas instalações em que foram gerados, para posterior descarte. Os rejeitos Classe 0 poderão ser descartados imediatamente pelo gerador. A responsabilidade por estes descartes estará a cargo do responsável pela instalação geradora do rejeito radioativo.

O rejeito radioativo Classe 2.1 ou 2.4 [25] deverá ser transferido para a UTAR, preferencialmente com a descrição de todos os materiais que compõe este rejeito. Este procedimento é importante, pois facilita e agiliza a caracterização primária do rejeito sem o qual não há como definir o tratamento adequado.

4.1.2.3.1 Tratamento

O tratamento dos rejeitos radioativos é realizado com o objetivo de promover transformações nas suas propriedades físicas (estado físico, dimensão, volume, tipo de radionuclídeo (meia vida, atividade), morfologia, densidade, nível de segregação...) e químicas (composição química, teor de orgânicos, pH, estabilidade, toxicidade...), que resultam em aumento da segurança, redução do volume e dos custos de transporte e de armazenamento ou deposição. Esse tratamento emprega, em geral, processos bem estabelecidos nas indústrias convencionais, adaptados para as condições de trabalho com radiação, tais como: compactação, diluição, precipitação química, entre outros. Alguns processos de tratamento são específicos para certas classes de rejeitos enquanto que outros podem ser utilizados para vários tipos diferentes. Por exemplo, conforme resolução CNEN 012/02 (CNEN NN 6.09) [4], os rejeitos líquidos devem ser incorporados em matriz, homogeneamente distribuído e com um mínimo de material segregado, formando um produto monolítico. No caso do rejeito gasoso, o tratamento é quase todo feito na própria instalação, por filtração, sendo o filtro o principal rejeito desse processo.

4.1.2.3.2 Armazenamento intermediário

O armazenamento intermediário ou final tem como finalidade:

recolher e armazenar de forma segura os rejeitos radioativos, oriundos das diversas aplicações da energia nuclear em todo o território nacional. O recolhimento e armazenamento de rejeitos radioativos é, de acordo com a Lei 10.308/2001 [2], uma atividade de responsabilidade legal exclusiva da CNEN que atende às instalações que geram rejeitos radioativos que necessitam de destinação apropriada. Os rejeitos radioativos são recolhidos e armazenados em depósitos intermediários existentes nas unidades técnico-científicas da CNEN [26]

4.2 O Empreendimento – Reator Multipropósito Brasileiro

4.2.1 Porque o Empreendimento RMB?

Atualmente, mais de 400 unidades de serviço de medicina nuclear, entre clínicas e hospitais de diversos locais do País, realizam aproximadamente 2 milhões de procedimentos de medicina nuclear por ano, sendo que aproximadamente 70% dos procedimentos para diagnóstico ou terapia contam com cobertura do Sistema Único de Saúde (SUS). O Brasil vem apresentando uma demanda crescente por este tipo de serviço, em torno de 10% ao ano [27]. Os reatores de pesquisa brasileiros não têm capacidade para produzir os insumos em escala comercial, o que traz para o país uma forte dependência em relação aos fornecedores estrangeiros. Neste sentido, num esforço na busca de uma solução que não seja imediatista e considerando o propósito de aumentar a produção e o fornecimento de radioisótopos e radiofármacos, bem como o desenvolvimento de pesquisas aplicadas em vários campos da ciência, está sendo desenvolvido o projeto do Empreendimento RMB que possibilitará o atendimento integral da demanda nacional por esses insumos. [27]

Outro ponto que justifica o desenvolvimento do Empreendimento RMB é que o Molibdênio (Mo-99), insumo para produzir o radiofármaco “gerador de Tecnécio 99m”, utilizado em mais de 80% dos procedimentos de medicina nuclear e que é monopólio da União para sua produção e comercialização, representa cerca de 4% da demanda mundial. O gerador de Tecnécio é um dos radiofármacos mais empregados na medicina nuclear para a realização de exames que permitem diagnosticar tumores, doenças cardiovasculares, função renal, problemas pulmonares e neurológicos, entre outros. O número per capta de exames de medicina nuclear executados no Brasil é ainda 2,5 menor do que na Argentina e 6 vezes menor que nos Estados Unidos. [28] Há, portanto, uma demanda a ser atendida, requerendo uma maior capacidade de produção por parte da CNEN.

A indústria nuclear brasileira, que ainda hoje necessita contratar serviços no exterior para realizar testes com componentes estruturais, também será beneficiada com a realização do Empreendimento RMB, pois ali serão

produzidos radioisótopos que, entre outras aplicações de testes de materiais e combustíveis, serão utilizados em gamagrafia, garantindo autonomia neste fornecimento. [29]

Como pode ser visto na Figura 4.2, o Empreendimento RMB é um projeto de arraste tecnológico, estruturante para o setor nuclear do país, retomando o crescimento da área nuclear nacional e fortalecendo a política nuclear brasileira.

Figura 4.2 – Alinhamento das políticas estratégicas do governo

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Empreendimento RMB [28]

4.2.2 O Empreendimento RMB

O Reator Nuclear Multipropósito Brasileiro está sob a responsabilidade da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD), da CNEN, autarquia federal ligada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), integrou as metas do Plano de Ação em Ciência e Tecnologia e Inovação do MCTI no ano de 2007 [28], e está alinhado com as políticas estratégicas do Programa Nuclear Brasileiro (PNB), inseridas no Plano Plurianual – PPA – 2016-2019. [27]

Neste contexto, conforme o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Empreendimento RMB, [29] os objetivos que destacamos são:

- ✓ Produção de radioisótopos para aplicação médica (saúde), indústria, agricultura e meio ambiente;
- ✓ Suporte ao desenvolvimento tecnológico para área energética e propulsão naval, ao desenvolvimento tecnológico, científico e inovador; e
- ✓ Formação de recursos humanos para o setor nuclear.

Percebe-se que a atuação do Empreendimento RMB é em áreas muito distintas, multidisciplinar, daí o nome “Multipropósito” existente no nome do projeto. A Figura 4.3 mostra de maneira mais clara, os requisitos (lado direito da figura) e áreas de atuação (lado esquerdo da figura), bem como instalações de suporte (centro da figura) abordadas no Escopo do projeto do Empreendimento RMB, citado no RIMA. [29]

Figura 4.3 – Características gerais do projeto

Fonte: RIMA do Empreendimento RMB [29]

Para atender e cumprir com esses objetivos, o Empreendimento RMB foi idealizado tendo como referência técnica o reator de pesquisas australiano “Open Pool Australian Light-water Reactor” (OPAL) da “Australian Nuclear Science and Technology Organization” (ANSTO), que foi projetado pela empresa

Argentina INVAP e começou a operar em 2007. Os reatores franceses OSIRIS (70MW) e Jules Horowitz (100MW) e o reator egípcio “Experimental Training Research Reactor Number two” (ETRR-2) (22MW) são referências complementares. Considerando todas as aplicações, o reator RMB será tipo piscina aberta e terá a potência de 30MW. Os reatores nucleares de pesquisa podem ser classificados, quanto à potência, da seguinte forma: [29]

- ✓ Muito baixa potência (até 1MW)
- ✓ Baixa potência (1 a 10MW)
- ✓ Média potência (entre 10 e 50MW)
- ✓ Alta potência (acima de 50MW)

4.2.2.1 Reatores Nucleares no Brasil

No Brasil existe, atualmente, 4 reatores nucleares de pesquisa em operação. [29] A Tabela 4.1 apresenta os reatores de pesquisa em ordem cronológica de início de operação:

Tabela 4.1 – Reatores nucleares de pesquisa no Brasil

(continua)

Reator	Local Iniciou operação	Potência Tipo	Principal utilização
IEAR1	IPEN/CNEN-SP São Paulo - 1957	5 MW (2MW) MTR – Piscina Aberta	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de radioisótopos para uso em medicina nuclear • Pesquisa em física nuclear • Radiografia com nêutrons • Treinamento de pessoal
IPR-R1	CDTN/CNEN-MG Belo Horizonte - 1960	100KW TRIGA – MARK1	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de alguns radioisótopos para uso na indústria, medicina, agricultura e aplicações tecnológicas. • Ensino e treinamento em física de reatores • Análise por ativação com nêutrons • Treinamento de operadores das centrais nucleares de Angra 1 e Angra 2
ARGONAUTA	IEN/CNEN-RJ Rio de Janeiro - 1965	500W Argonauta	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino e treinamento em física de reatores • Radiografia com nêutrons • Análise por ativação com neutrons

(continuação)

Reator	Local Iniciou operação	Potência Tipo	Principal utilização
IPEN-MB/01	IPEN/CNEN-SP São Paulo - 1988	100W Núcleo aberto – Vareta Combustível	<ul style="list-style-type: none"> Validação de metodologia de análise em física de reatores Ensino e treinamento em física de reatores Simulação de todas as características nucleares de um reator de grande porte em escala reduzida

Fonte: EIA do Empreendimento RMB [2]

Atualmente, 230 reatores nucleares de pesquisa, dos 700 já construídos até hoje, continuam em operação pelo mundo, sendo que mais de 70% destes estão em funcionamento há mais de 30 anos e 50% há mais de 50 anos. [29]

A maior parte da demanda mundial atual do Molibdênio-99 ainda é atendida por apenas quatro reatores nucleares de pesquisa de grande porte: o “National Research Universal” (NRU), no Canadá; o “High Flux Reactor” (HFR) em Petten, na Holanda; o Safari, na África do Sul e o “Belgian Reactor” 2 (BR2), na Bélgica. Desde a crise mundial havida em 2009, o Brasil vem importando do Canadá, África do Sul e Argentina [28]. Nesse sentido, o Empreendimento RMB deverá garantir o atendimento integral do país na produção de 100% dos radioisótopos atualmente importados [28], trazendo inúmeras vantagens, dentre as quais: redução do custo de sua obtenção; diminuição da vulnerabilidade do país frente a possíveis crises de fornecimento; e redução drástica das distâncias de transporte dos radioisótopos e consequente redução das perdas no trajeto, especialmente para os radioisótopos de meia vida curta, pois que não viriam mais do exterior. [29]

4.2.2.2 Localização do Empreendimento RMB

O local escolhido para construção do Empreendimento RMB foi Iperó, cidade situada a 125Km de São Paulo, próximo ao quilômetro 10 da Rodovia Municipal Bacaetava – Sorocaba. As justificativas para escolha desta área estão apresentadas no RIMA e alguns aspectos atendidos são:

- ✓ Área localizada ao lado do Centro Experimental Aramar (CEA), onde é desenvolvida parte do Programa de Desenvolvimento de Propulsão Nuclear, operado pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP);
- ✓ Área com raio de 800 m (1,6Km de diâmetro) em cada dimensão do sítio, compondo a ZPE;
- ✓ Facilidade no transporte - Próximo a rodovias de acesso e aeroporto para envio de material radioativo;
- ✓ Estar próximo ao IPEN, otimizando o processo de produção de radiofármacos; e
- ✓ Estar próximo a centros de tecnologia e indústrias avançadas de forma a facilitar o suprimento de insumos e o intercambio técnico.

O Empreendimento RMB foi concebido, vem sendo projetado e será construído conforme os padrões internacionais de segurança estabelecidos pela IAEA, de maneira a atender toda a legislação específica para o licenciamento de reatores de pesquisa e demais instalações, estabelecidos pela CNEN. As instalações nucleares, radiativas, de suporte e sistemas associados seguem rígidas normas nacionais e internacionais de segurança nas áreas nuclear e convencional, para que seja minimizado o risco de ocorrências indesejáveis: evento anormal ou acidente que possam contribuir com algum tipo de impacto ao meio ambiente, aos indivíduos do público ou à segurança dos trabalhadores. Para tanto, são considerados desde requisitos de projeto sísmicos até confiabilidade e garantia da qualidade. [29]

4.2.2.3 Instalações do Empreendimento RMB

Para realização do Empreendimento RMB, o plano diretor define três áreas principais, representadas na Figura 4.4 e que contêm os seguintes grupos de instalação:

- ✓ Núcleo de produção e pesquisa (NPP) – concentrará as instalações nucleares e radiativas.
- ✓ Núcleo de infraestrutura e apoio (NIA) – instalações necessárias ao funcionamento projeto, como um todo.

- ✓ Núcleo de apoio administrativo (NAA) – instalações que permitirão auxiliar e administrar o Empreendimento RMB.

Figura 4.4 – Planta do Empreendimento RMB

Fonte: RIMA [29]

Como medida de controle ambiental que deve permear todo o Empreendimento RMB até o encerramento das suas atividades, será estabelecido um Plano de Monitoração Radiológica Ambiental (PMRA). Objetivando a execução deste PMRA, uma torre de monitoração meteorológica foi instalada no sítio do Empreendimento RMB para auxiliar na validação dos modelos numéricos de dispersão de poluentes, fornecer informações para elaboração dos relatórios de segurança das instalações, além de disponibilizar informações para usuários fora do Empreendimento RMB. [29]

Desde a concepção do projeto, foram adotadas medidas de controle e requisitos que evitem a ocorrência de poluição ambiental, diminuindo ao máximo o impacto ambiental, além de conceitos relacionados à certificação baseada na Liderança em Projeto Energético e Ambiental, do inglês “Leadership in Energy and Environmental Design” (LEED), tornando-o mais sustentável. Tais medidas abrangem controle e liberação de efluentes gasosos, tratamento e liberação dos efluentes líquidos convencionais e o controle e armazenamento dos efluentes líquidos e rejeitos sólidos radioativos e não radioativos. Convém ressaltar que, entre os sistemas relacionados ao controle ambiental está o Sistema de Gestão Ambiental (SGA). [29]

Há uma preocupação para que todos os rejeitos oriundos das atividades do Empreendimento RMB tenham o tratamento e destinação adequados, atendendo a legislação e normas aplicáveis. As instalações nucleares e radiativas previstas no NPP, quando em operação, serão as principais fontes geradoras de rejeito radioativo no Empreendimento RMB. São elas: Reator Nuclear de Pesquisa, Estocagem de Elementos Combustíveis Queimados e Manuseio de Itens, Laboratório de Análise e Materiais Irrradiados – LAMI, Processamento de Radioisótopos e de Produção de Fontes e Laboratório de Radioquímica – LARA.

O rejeito de alto nível de atividade (elemento combustível queimado – Classe 3) [25] ficará armazenado em piscina específica, situada dentro do prédio do reator. Também serão subproduto desta atividade alguns materiais que poderão ter utilidade no futuro e que, portanto, não serão considerados rejeitos radioativos, mas, sim, resíduos. Esses ficarão armazenados a seco em local previamente definido pelo gerente do projeto, no prédio do próprio reator.

Os demais subprodutos serão considerados rejeitos radioativos e requererão ações de controle e processos específicos. Em vista disto, foi previsto no Empreendimento RMB uma instalação para tratar e armazenar temporariamente os rejeitos radioativos de baixo e médio nível de radiação gerados na operação (Classe 2.1 e Classe 2.4) [25]. A instalação foi denominada Unidade de Tratamento e Armazenamento de Rejeito (UTAR), que é o objeto desse trabalho.

4.2.2.4 Rejeitos radioativos no Empreendimento RMB

Não há ainda uma projeção exata das quantidades e tipo de rejeitos radioativos que serão gerados no Empreendimento RMB, apesar dessa informação ser fundamental para definir os processos e procedimentos que serão adotados para caracterização, tratamento, acondicionamento e armazenamento desse rejeito. As informações disponíveis até o momento estão apresentadas no capítulo 12 do Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS) do Reator RMB [30], e as fontes de radiação consideradas são:

- a) Fonte de radiação alfa, beta, gama e nêutron com o reator em operação a plena potência;
- b) Fonte de radiação alfa, beta e gama do núcleo do reator em estado desligado;
- c) Fonte de radiação alfa, beta e gama dos elementos combustíveis irradiados;
- d) Fonte de radiação alfa, beta e gama nas celas quentes;
- e) Fonte de radiação alfa, beta e gama presente no refrigerante;
- f) Fonte de radiação alfa, beta e gama presente nas resinas de troca iônica; e
- g) Fonte de radiação alfa, beta e gama devido a ativação de componentes específicos.

As possíveis fontes de geração de rejeitos sólidos radioativos são: [30]

- a) Porta alvos irradiados;
- b) Dispositivos para irradiação e componentes do reator usados;
- c) Barras de controle gastas;
- d) Rejeitos do sistema de ventilação (filtros, filtros EPA e leitos para filtração molecular);
- e) Amostras dos laboratórios;
- f) Materiais de limpeza e itens usados na proteção pessoal;
- g) Resinas de troca iônica gastas;
- h) Itens de processamento contaminados; e
- i) Lama seca da torre de resfriamento (normalmente não radioativa).

As possíveis fontes de geração de rejeitos líquidos radioativos são: [30]

- a) Água de purga do refrigerante;
- b) Drenos do sistema secundário;
- c) Rejeito líquido proveniente da instalação de água desmineralizada;

- d) Drenos da água do sistema de ventilação;
- e) Rejeito da água desmineralizada recuperada dos drenos de grandes equipamentos em operações de manutenção;
- f) Líquidos dos lavatórios e chuveiros;
- g) Líquidos de drenos do piso;
- h) Líquidos não ativos dos laboratórios;
- i) Líquidos provenientes da perda do refrigerante, quando da ocorrência de acidente; e
- j) Líquidos ativos dos laboratórios e de outras áreas.

Os rejeitos ou efluentes gasosos englobam os gases gerados na instalação do reator e nos laboratórios de análise e processamento. Estes gases são produzidos por diferentes fontes: [30]

- a) Gases e aerossóis radioativos das piscinas, sistemas de resfriamento, instalações para irradiação e instalações experimentais; e
- b) Elementos radioativos, presentes no ar, produzidos em instalações de apoio incluindo as capelas com exaustão das áreas supervisionadas dos laboratórios e de descontaminação.

4.2.2.4.1 Rejeitos radioativos gerados na operação

A geração estimada de rejeitos radioativos (sólidos, líquidos e emissões gasosas) para as operações de rotina do Empreendimento RMB são apresentadas a seguir. Os valores foram baseados em estimativas da utilização prevista da instalação [30]. Geração estimada por ano de operação:

- a) Rejeito sólido [30]
 - (i) Rejeito sólido compactável – Classe 2.1 [25]: aproximadamente 5 m³ antes da compactação (papel toalha, papel de limpeza, panos esfregões, luvas plásticas, roupas, frascos, pipetas, tubos plásticos, etc).
 - (ii) Rejeito sólido não compactável – Classe 2.1 [25]: aproximadamente 1 m³ (componentes e cápsulas de alumínio ativados, amostras sólidas ativadas, itens contaminados provenientes dos laboratórios e do reator).
 - (iii) Rejeito sólido não compactável – Classe 2.4 [25]: aproximadamente um recipiente de 70 litros (componentes metálicos ativados).

- (iv) Filtros: aproximadamente 90 filtros HEPA, 3 filtros de carvão ativado, e 4 leitos para filtração molecular por ano, equivalente a 10 m³ de rejeito Classe 2.1 [25].
 - (v) Resinas de troca iônica provenientes da água de resfriamento do refletor e do sistema de purificação: 8 litros.
 - (vi) Leitos de resinas de troca iônica provenientes da purificação da água do reator: aproximadamente 1100 kg.
- b) Rejeito líquido [30]
- (i) Corporativo (linha de escoamento): aproximadamente 53000 m³ (da drenagem do Empreendimento RMB em áreas controladas, edifício do saguão de feixe, edifício auxiliar e descarga da torre de resfriamento, 50000 m³ de água correspondendo a este ponto).
 - (ii) Rejeito líquido – Classe 2.1 [25] (linha de escoamento): aproximadamente 150 m³ (proveniente dos drenos de rejeitos de líquidos ativos).
 - (iii) Outros: 400 litros de rejeitos orgânicos, menos de 1 litro de amostras de água triciada.
- c) Rejeitos gasosos [30]

As emissões aéreas previstas na operação da instalação do reator RMB estão mostradas na Tabela 4.2, em ordem decrescente de atividade.

Tabela 4.2 – Atividade estimada das emissões áreas previstas

(continua)

Nuclí-deo	Atividade descarregada no confinamento (Bq/ano)	Nuclí-deo	Atividade descarregada no confinamento (Bq/ano)	Nuclí-deo	Atividade descarregada no confinamento (Bq/ano)
H-3	2E+12	I-134	5E+05	Te-131	1E+04
Ar-41	1E+12	Sr-92	5E+05	Te-131m	1E+04
Xe-133	6+10	Sb-130	5E+05	Ru-103	8E+03
Xe-133m	3E+10	Cs-138	3E+05	I-131	7E+03
Xe-135	2E+10	I-133	2E+05	Sr-89	2E+03
Kr-88	4E+09	Te-134	2E+05	Sb-127	1E+03
Xe-131m	3E+09	I-132	1E+05	Sb-128	1E+03
Kr-85	3E+09	Te-132	1E+05	Te-129	1E+03

(continuação)

Nuclí-deo	Atividade descarregada no confinamento (Bq/ano)	Nuclí-deo	Atividade descarregada no confinamento (Bq/ano)	Nuclí-deo	Atividade descarregada no confinamento (Bq/ano)
Kr-85m	2E+09	Ru-105	7E+04	Sb-128m	2E+02
Kr-87	1E+09	Sb-129	5E+04	Ru-106	1E+02
Xe-138	2E+08	Br-83	4E+04	Te-133m	7E-01
Kr-83m	1E+07	Rb-89	4E+04	Sr-90	6E+01
Xe-135m	6E+06	Sb-131	4E+04	Cs-137	5E+01
Rb-88	9E+05	Te-127m	4E+04	Cs-136	4E+01
I-135	6E+05	Br-84	2E+04	Te-129m	4E+01
Sr-91	6E+05	Te-133	2E+04	Te-127	5E+00

Fonte: RPAS – Capítulo 12 [30]

As liberações nas demais instalações ainda estão sendo avaliadas, assim como melhor quantificadas.

Este trabalho não pretende definir ou estabelecer quais os tratamentos mais adequados para cada rejeito radioativo, pois que há literatura específica para isso, além da necessidade de maior detalhamento das características desses rejeitos, mas incluir esta etapa no escopo e na estruturação do Sistema de Gestão a ser proposto.

4.3 Levantamento de legislação e regulamentos

4.3.1 Considerações

Para que uma instalação ou empresa possa operar, seja qual for seu ramo de atividade, ela precisa cumprir com todas as exigências legais e regulamentares aplicáveis. Um dos primeiros pontos a ser observado por qualquer unidade de negócio é identificar quais são os requisitos legais, regulamentares e estatutários, específicos para o tipo de atividade a ser desenvolvida sem risco de multa e ou punição. Portanto, são apresentados a

seguir os principais requisitos a serem atendidos, pelas instalações de tratamento e armazenamento do rejeito radioativo de baixa e média atividade (UTAR) do Empreendimento RMB.

Convém observar que até o término deste trabalho, não foi estabelecido o tipo de empresa, por exemplo, pública, sociedade de economia mista, sociedade anônima, etc, que irá configurar o Empreendimento RMB. Dependendo do tipo de empresa, deverá ser realizada uma pesquisa complementar para verificar se alguma legislação a mais deverá ser cumprida e o quanto pode impactar ou não o SG a ser proposto.

O Empreendimento RMB, em sua concepção, possui vários tipos de instalação em seu sítio, sendo que cada uma delas, pela natureza da atividade deve atender a leis e regulamentos específicos. Outro detalhe é que Empreendimento RMB abrange todos os estágios de um empreendimento nuclear, ou seja, escolha do local, projeto (conceitual, básico e detalhado), construção, comissionamento, operação e descomissionamento. [7] Para cada estágio há diretrizes estabelecidas pelos órgãos reguladores.

4.3.2 Hierarquia da legislação brasileira

Para melhor visualização e entendimento da estrutura legal, convém observar a hierarquia existente na legislação brasileira. Conforme BITENCOURT e CLEMENTINO [31] as normas constitucionais estão num patamar de superioridade em relação às demais leis, servindo de fundamento de validade para estas. Eles dividem em 03 grupos: normas constitucionais, normas infraconstitucionais e normas infralegais, havendo hierarquia entre os grupos e não das normas dentro do mesmo grupo. As normas de maior hierarquia são as constitucionais e a de menor são as infralegais. Porém há uma premissa que a legislação a ser adotada deve ser sempre a mais restritiva, independente de ser a Estadual ou Municipal quando comparada com uma Federal.

4.3.2.1 Normas constitucionais

Constituição Federal - Conjunto de normas que regem um Estado, que pode ser ou não codificada como um documento escrito, que enumera e limita os poderes

e funções de uma entidade política. Define a política fundamental, princípios políticos, e estabelece a estrutura, procedimentos, poderes e direitos, de um governo.

Ato das Disposições Constitucionais Transitórias – Tem por objetivo regulamentar o período de transição que se dá do regime jurídico estabelecido pela velha constituição para o regime jurídico estabelecido pela nova.

Emendas Constitucionais – Visa a alteração, reforma de algum ou alguns artigos da Constituição de um Estado, resultando em mudanças pontuais do texto constitucional, as quais são restritas a determinadas matérias, não podendo, apenas, ter como objeto a abolição das chamadas cláusulas pétreas.

Tratados e Convenções Internacionais Sobre Direitos Humanos – Os tratados e convenções internacionais sobre direitos humanos, uma vez assinado, aprovado e ratificado, ingressam em nosso ordenamento jurídico com status constitucional, adquirindo uma hierarquia normativa variável de acordo com as diferentes correntes doutrinárias acerca do ordenamento jurídico internacional, ou seja, passam a ser norma de natureza constitucional.

4.3.2.2 Normas infraconstitucionais

São as normas legais, inferiores a constituição, que devem respeitar as previsões constitucionais e não podem prever nada além do que dita o texto constitucional.

Lei complementar – Lei que tem, como propósito, complementar, explicar e adicionar algo à constituição. A lei complementar (maioria absoluta) diferencia-se da lei ordinária (maioria simples) quanto ao quorum para sua formação. A lei ordinária exige apenas maioria simples de votos para ser aceita; enquanto a lei complementar exige maioria absoluta. Não há hierarquia entre lei ordinária e lei complementar; o que há são campos de atuação diversos.

Lei ordinária – Ato normativo primário e contém, em regra, normas gerais e abstratas. Embora as leis sejam definidas, normalmente, pela generalidade e abstração ("lei material"), estas contêm, não raramente, normas singulares ("lei formal" ou "ato normativo de efeitos concretos") podendo tratar de quase toda matéria. O campo por elas ocupado é residual, ou seja, tudo o que não for regulamentado por lei complementar, decreto legislativo, resoluções será regulamentado por lei ordinária.

Lei delegada – Ato normativo do presidente da república que necessita autorização do congresso nacional para sua elaboração. É a espécie normativa utilizada nas hipóteses de transferência da competência do poder legislativo para o poder executivo, delimitando o assunto sobre o qual pretende legislar. A lei delegada está presente também nos âmbitos estadual e municipal.

Medida provisória – Em caso de relevância e urgência, o presidente da república poderá adotar medidas provisórias, com força de lei, devendo submetê-las de imediato ao congresso nacional que deve convertê-la em lei no prazo de até sessenta dias, prorrogáveis por igual período, para não perder sua eficácia.

Decreto legislativo – Espécie normativa utilizada nas hipóteses de competência exclusiva do congresso nacional. Serve também como instrumento de regulamentação das relações jurídicas decorrentes do período de eficácia das medidas provisórias antes de sua conversão em lei.

Resolução – Ato administrativo normativo emitido por autoridade superior, com a finalidade de disciplinar matéria de sua competência específica. As resoluções não podem produzir efeitos externos, tampouco contrariar os regulamentos e os regimentos, mas sim explicá-los.

4.3.2.3 Normas infralegais

São as normas inferiores às normas infraconstitucionais/legais. Essas normas são para normatização interna da administração pública, que serve para buscar a fiel execução da lei, ou seja, as normas infralegais detalham o que diz a norma infraconstitucional.

Decretos – São expedidos pelo presidente da república, para dar fiel execução a uma lei já existente, e dispor sobre a organização da administração pública.

Portaria – É o instrumento pelo qual Ministros ou outras autoridades de alto escalão expedem instruções sobre procedimentos relativos à organização e funcionamento de serviços e, ainda, podem orientar quanto à aplicação de textos legais.

Instrução Normativa - Vem explicar de que forma será cumprido o que estabelece a portaria, o processo de concretização do estabelecido em portaria.

4.3.3 Levantamento da legislação aplicável

Partindo do conhecimento da estrutura legal brasileira e com base na hierarquia apresentada, foi feito uma pesquisa para identificar a legislação aplicável a uma instalação que trate e armazene rejeitos radioativos Classe 2.1 e Classe 2.4 [25], objeto deste trabalho. Para melhor compreensão do desenvolvimento das leis para estas atividades, elas estão apresentadas na Tabela 4.3, em ordem cronológica:

Tabela 4.3 – Legislação aplicável ao gerenciamento de rejeitos radioativos

(continua)

Legislação Aplicável	
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 – [32] Ver Nota 1.	
Lei Nº 4.118, de 27 de Agosto de 1962.	Dispõe sobre a política nacional de energia nuclear, cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências. [33]
Lei Nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974.	Altera a Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, e a Lei nº 5.740, de 1 de dezembro de 1971, que criaram, respectivamente, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - CBTN, que passa a denominar-se Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS, e dá outras providências. [34]
Lei Nº 6.453, de 17 de Outubro de 1977.	Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências. [35]
Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981	Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. Cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) [36] Ver Nota 2.
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986	Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. [37].
Lei Nº 7.735, de 22 de Fevereiro de 1989.	Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. (IBAMA) [38]
Lei Nº 7.781, de 27 de Junho de 1989.	Dá nova redação aos artigos 2º, 10 e 19 da Lei nº 6.189 , de 16 de dezembro de 1974, e dá outras providências. [39] Ver Nota 3.
DECRETO Nº 99.274, DE 6 DE JUNHO DE 1990	Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e3 sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. [40] Ver Nota 4.

(continuação)

Legislação Aplicável	
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. [1] Ver Nota 5.
Lei Nº 10.308, de 20 de Novembro de 2001.	Dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos, e dá outras providências. (responsabiliza a CNEN por todo o processo.) [2] Ver nota 6.
Decreto Nº 5.935, de 19 de Outubro de 2006	Promulga a “Convenção Conjunta para o Gerenciamento Seguro de Combustível Nuclear Usado e dos Rejeitos Radioativos”. [41] Ver Nota 7.
Lei complementar 038, de 23 de outubro de 2008 (municipal – Ipero)	Tecnicamente chamado auto de conclusão de obra ou na linguagem popular: “habite-se”, nada mais é do que uma certidão expedida pela Prefeitura atestando que o imóvel (casa ou prédio residencial ou comercial) está pronto para ser habitado e foi construído ou reformado conforme as exigências legais estabelecidas pelo município, especialmente o Código de Obras. [42] Ver Nota 8.
Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010.	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. [21] Ver Nota 9.
Lei Complementar Nº 140, de 8 de Dezembro de 2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. [43] Ver Nota 10.
Decreto Estadual Nº 56.819, de 10 de Março de 2011	Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências. [44] Ver Nota 11.

Fonte: autor da dissertação.

A seguir é ressaltado o aspecto, de cada um desses instrumentos legais, que diz respeito à qualquer atividade relacionada a rejeito radioativo e considerado pertinente a citação específica, visando fundamentar as informações, contextualizando os elementos legais aplicáveis.

Nota 1

Destaque da **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**: [32]

Artigo 21º – Compete à União:

XXIII - explorar os serviços e instalações nucleares de qualquer natureza e exercer monopólio estatal sobre a pesquisa, a lavra, o enriquecimento e reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios nucleares e seus derivados, atendidos os seguintes princípios e condições:

a) toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos e mediante aprovação do Congresso Nacional;

b) sob regime de permissão, são autorizadas a comercialização e a utilização de radioisótopos para a pesquisa e usos médicos, agrícolas e industriais;

c) sob regime de permissão, são autorizadas a produção, comercialização e utilização de radioisótopos de meia-vida igual ou inferior a duas horas;

d) a responsabilidade civil por danos nucleares independe da existência de culpa;

Artigo 22º – Compete privativamente à União legislar sobre:

.....

XXVI - atividades nucleares de qualquer natureza;

Artigo 177º – Constituem monopólio da União:

V - a pesquisa, a lavra, o enriquecimento, o reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios e minerais nucleares e seus derivados, com exceção dos radioisótopos cuja produção, comercialização e utilização poderão ser autorizadas sob regime de permissão, conforme as alíneas b e c do inciso XXIII do caput do art. 21 desta Constituição Federal.

Nota 2

Destaque da **Lei Nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981**: [36]

Artigo 10º - A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

Nota 3

Destaque da **Lei Nº 7.781, de 27 de junho de 1989**: [39]

Artigo 1º - Os artigos 2º, 10 e 19º da Lei nº 6.189 [6], de 16 de dezembro de 1974, passam a vigorar com a seguinte redação:

Artigo 2º Compete à CNEN:

I - colaborar na formulação da Política Nacional de Energia Nuclear;

VI - receber e depositar rejeitos radioativos;

X - expedir regulamentos e normas de segurança e proteção relativas:

d) ao tratamento e à eliminação de rejeitos radioativos;.....

Nota 4

Destaque do **Decreto Nº 99.274, de 6 de junho de 1990**, [40] no Capítulo IV, referente ao Licenciamento das Atividades:

Artigo. 19º – O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento de atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;

II - Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado; e

III - Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

1º Os prazos para a concessão das licenças serão fixados pelo CONAMA, observada a natureza técnica da atividade.

2º Nos casos previstos em resolução do CONAMA, o licenciamento de que trata este artigo dependerá de homologação do IBAMA.

3º Iniciadas as atividades de implantação e operação, antes da expedição das respectivas licenças, os dirigentes dos Órgãos Setoriais do IBAMA deverão, sob pena de responsabilidade funcional, comunicar o fato às entidades financiadoras dessas atividades, sem prejuízo da imposição de penalidades, medidas administrativas de interdição, judiciais, de embargo, e outras providências cautelares.

4º O licenciamento dos estabelecimentos destinados a produzir materiais nucleares ou a utilizar a energia nuclear e suas aplicações, competirá à Comissão Nacional de Energia

Nuclear (CNEN), mediante parecer do IBAMA, ouvidos os órgãos de controle ambiental estaduais ou municipais.

5º Excluída a competência de que trata o parágrafo anterior, nos demais casos de competência federal o IBAMA expedirá as respectivas licenças, após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos estaduais e municipais de controle da poluição.

Nota 5

Destaque da **Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997**: [1]

Artigo 3º – A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação.

Artigo 4º – Compete ao – IBAMA, órgão executor do SISNAMA, o licenciamento ambiental a que se refere o artigo 10 da Lei nº 6.938 [36], de 31 de agosto de 1981, de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a saber:

IV - destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN;

§ 1º O IBAMA fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

Artigo 7º – Os empreendimentos e atividades serão licenciados em um único nível de competência, conforme estabelecido nos artigos anteriores.

Artigo 8º – O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprova sua localização e concepção, atesta a viabilidade ambiental e estabelece os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as

especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Parágrafo único. As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente.

Nota 6

Destaque do Decreto Nº10.308, de 20 de Novembro de 2001: [2]

Artigo 2º A União, com base nos arts. 21, inciso XXIII, e 22, inciso XXVI, da Constituição Federal, por meio da CNEN, no exercício das competências que lhe são atribuídas pela Lei no 6.189 [34], de 16 de dezembro de 1974, modificada pela Lei no 7.781 [39], de 27 de junho de 1989, é responsável pelo destino final dos rejeitos radioativos produzidos em território nacional.

Artigo 4º Os depósitos iniciais, intermediários e finais serão construídos, licenciados, administrados e operados segundo critérios, procedimentos e normas estabelecidos pela CNEN, vedado o recebimento nos depósitos finais de rejeitos radioativos na forma líquida ou gasosa.

Artigo 6º A seleção de locais para instalação de depósitos intermediários e finais obedecerá aos critérios, procedimentos e normas estabelecidos pela CNEN.

Artigo 8º O projeto, a construção e a instalação de depósitos iniciais de rejeitos radioativos são de responsabilidade do titular da autorização outorgada pela CNEN para operação da instalação onde são gerados os rejeitos.

Artigo 10º A responsabilidade pelo licenciamento de depósitos iniciais, intermediários e finais é da CNEN no que respeita especialmente aos aspectos referentes ao transporte, manuseio e armazenamento de rejeitos radioativos e à segurança e proteção radiológica das instalações, sem prejuízo da licença ambiental e das demais licenças legalmente exigíveis.

Artigo 17º A CNEN arcará com os custos relativos à seleção de locais, projeto, construção, instalação, licenciamento, administração, operação e segurança física dos depósitos intermediários e finais.

Nota 7

Destaque do **Decreto Nº 5.935, de 19 de Outubro de 2006**: [41]

Artigo 19. Estrutura Legislativa e Regulatória

1. Cada Parte Contratante estabelecerá e manterá uma estrutura legal e regulatória para governar o gerenciamento seguro do combustível nuclear usado e dos rejeitos radioativos.

2. Essa estrutura legal e regulatória disporá sobre:

- i) o estabelecimento de requisitos nacionais de segurança e regulamentos de segurança radiológica aplicáveis;*
- ii) um sistema de licenciamento de atividades de gerenciamento de combustível nuclear usado e rejeitos radioativos;*
- iii) um sistema de proibição de operação de uma instalação de gerenciamento de combustível nuclear usado ou rejeitos radioativos sem uma licença;*
- iv) um sistema de controle institucional, inspeção e documentação regulatórias e relatórios apropriados;*
- v) a exigência da observância dos regulamentos aplicáveis e dos termos das licenças;*
- vi) uma clara alocação de responsabilidades dos órgãos envolvidos nas diferentes etapas do gerenciamento do combustível nuclear usado e dos rejeitos radioativos;*

3. Ao considerar se materiais radioativos devem ser tratados como rejeitos radioativos, as Partes Contratantes tomarão em devida conta os objetivos desta Convenção.

Artigo 23. Garantia De Qualidade

Cada Parte Contratante tomará as medidas apropriadas para assegurar que sejam estabelecidos e implementados programas apropriados de garantia de qualidade referentes ao gerenciamento seguro do combustível nuclear usado e de rejeitos radioativos.

Nota 8

Destaque da **Lei complementar 038, de 23 de outubro de 2008** (municipal – Iperó). [42] Esta Lei trata do **auto de conclusão de obra**, popularmente conhecido como “habite-se”, que é *uma certidão expedida pela Prefeitura atestando que o imóvel (casa ou prédio residencial ou comercial) está pronto para ser habitado e foi construído ou reformado conforme as exigências legais estabelecidas pelo município, especialmente o Código de Obras.*

Nota 9

Destaque da Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010 [21]. Em seu artigo 1º, § 2, especifica que *Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica*, reforçando a responsabilidade legal ao IBAMA e à CNEN.

Nota 10

Destaque da **Lei Complementar Nº 140, de 8 de Dezembro de 2011**, [43] em seu artigo 7º, que trata das ações administrativas da União:

XIV – Promover o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades:

g) Destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Nota 11

Destaque do **Decreto Estadual Nº 56.819, de 10 de Março de 2011**. [44] Discorre sobre a obtenção do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB. Esse documento atesta que a construção possui as condições de segurança contra incêndio prevista pela legislação e estabelece um período de revalidação.

Conforme a Resolução CONAMA 237 [13] e a Lei Federal 10.308 [14], o IBAMA, bem como a CNEN, são os responsáveis pelo licenciamento deste tipo de empreendimento. Os licenciamentos são no aspecto ambiental e nuclear, respectivamente.

Não foi identificada no IBAMA, nenhuma outra diretriz mais específica a ser atendida para este tipo de instalação. Entretanto, na CNEN há uma série de Resoluções relacionadas ao Rejeito Radioativo. Esses documentos estão apresentados na Tabela 4.4, seguindo a ordem crescente de numeração da norma.

Tabela 4.4 – Resoluções CNEN aplicáveis ao gerenciamento de rejeitos radioativos

(continua)

Resoluções CNEN (Normas)	
Resolução CNEN 017/00 Norma CNEN NN 1.16 Abril/2000	Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e Outras Instalações [7] – Determina: <ul style="list-style-type: none"> - os requisitos a serem adotados no estabelecimento e na implementação de Sistemas de Garantia da Qualidade para usinas nucleoelétricas, instalações nucleares e, conforme aplicável, também para instalações radiativas; - a forma segundo a qual os Programas de Garantia da Qualidade, devem ser preparados e submetidos à Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.
Resolução CNEN 110/11 Norma CNEN NN 2.01 Setembro/2011	Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear [10] – Estabelece os princípios gerais e requisitos básicos exigidos para a proteção física de unidades operacionais da área nuclear.
Resolução CNEN 164/14 Norma CNEN NN 3.01 Março/2014	Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica [6] – Estabelece os requisitos básicos de proteção radiológica das pessoas em relação à exposição à radiação ionizante.
Resolução CNEN 010/88 Norma CNEN NN 3.02 Agosto/1988	Serviços de Radioproteção [8] – Estabelece os requisitos relativos à implantação e ao funcionamento de Serviços de Radioproteção.
Resolução CNEN 013/88 Norma CNEN NN 5.01 Agosto/1988	Transporte de Materiais Radioativos [9] – Estabelece os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos à Transporte de Material Radioativo, a fim de garantir um nível adequado de controle de exposição de pessoas, bens e meio ambiente à radiação ionizante.
Resolução CNEN 166/14 Norma CNEN NN 6.02 Abril/2014	Licenciamento das Instalações Radiativas [45] – Dispõe sobre o licenciamento das instalações radiativas que utilizam fontes seladas, fontes não seladas, equipamentos geradores de radiação ionizante e instalações radiativas para produção de radiofármacos.
Resolução CNEN 014/89 Norma CNEN NN 6.06 Janeiro/1990	Seleção e Escolha de Locais para Depósitos de Rejeitos Radioativos [5] – Estabelece os requisitos mínimos aplicáveis ao processo de seleção e escolha de locais para depósitos de rejeitos radioativos, tendo em vista garantir o confinamento seguro desses materiais pelo tempo que se fizer necessário à proteção e segurança do homem e o meio ambiente.

(continuação)

Resoluções CNEN (Normas)	
Resolução CNEN 012/02 Norma CNEN NN 6.09 Setembro/2002	Critérios de Aceitação para Deposição de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação [4] – Estabelece os critérios para aceitação de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação para a deposição segura em repositório, a fim de assegurar a proteção dos trabalhadores, da população e do meio ambiente contra os efeitos nocivos das radiações ionizantes.
Resolução CNEN 167/14 Norma CNEN NN 8.01 Abril/2014	Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação [25] – Estabelece os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos à gerência de RR de baixo e médio níveis de radiação, bem como de RR de meia-vida muito curta. Classifica-os segundo o nível e natureza da radiação. PGRR. Com foco em requisitos de segurança, dá direcionamento quanto à segregação; embalagens e volumes; transporte; armazenamento inicial ou intermediário; tratamento; dispensa dos rejeitos; liberação dos efluentes; transferência; registros e inventários.
Resolução CNEN 168/14 Norma CNEN NN 8.02 Abril/2014	Licenciamento de Depósitos de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação [46] – Estabelece os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos ao licenciamento de depósitos iniciais, intermediários e finais de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação, em atendimento à Lei 10308/2001. Com foco em requisitos de segurança: classifica-os segundo o nível, natureza da radiação e meia vida; dá direcionamento quanto à método de dispensa ou deposição dos rejeitos; classificação dos depósitos de RR; licenciamento dos depósitos (Aprovação do Local, Autorização para Construção, Autorização para Operação, Autorização para Descomissionamento, Autorização para Encerramento do depósito, Auditorias e Inspeções Regulatórias e Alterações Técnicas).

Fonte: autor da dissertação

Concluído esse levantamento das principais leis e resoluções aplicáveis ao tema deste trabalho, há condições de identificar os documentos que compõe esses processos de licenciamento.

5 METODOLOGIA

No estudo das leis e resoluções que regularizam as instalações que tratam e armazenam rejeito radioativo, apresentado no capítulo 4, foi possível identificar o processo de licenciamento nuclear e ambiental que deverá ser observado pelo requerente do Empreendimento RMB junto à CNEN e ao IBAMA, respectivamente, obtendo a formalidade necessária para sua operação. Neste estudo também foi possível identificar os requisitos de documentos específicos solicitados por cada organismo e que é apresentado a seguir.

5.1 Licenciamento das instalações da UTAR do Empreendimento RMB

5.1.1 Licenciamento ambiental

O IBAMA, conforme Resolução CONAMA 237 [1], é o organismo responsável pelo licenciamento ambiental. O requerente do Empreendimento RMB deverá obter este licenciamento pelo cumprimento das seguintes obrigações:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Parágrafo único. As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente.

O termo “isolada” no “Parágrafo único” diz respeito ao período de vigência da referida licença e não às possíveis diferentes instalações que possa haver em um único sítio, configurando uma empresa ou instituição multidisciplinar. Dessa forma, o IBAMA não emite licença para uma instalação em um complexo empresarial ou institucional, pois que este regulador entende a empresa ou instituição como um único negócio.

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), que possui várias instalações de diferentes atividades e propósitos distintos, assim como o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), obteve uma única LO, junto ao IBAMA, para todo o Instituto. Apesar do Empreendimento RMB ter várias instalações de atividades distintas, terá uma configuração semelhante ao IPEN e ao CDTN, ou seja, o IBAMA não emitirá uma licença ambiental específica para a UTAR, mas sim uma única para o Empreendimento RMB.

O requerente já iniciou o processo de licenciamento do Empreendimento RMB e já foi emitida a LP [47], pois apresentou os documentos necessários (o EIRA [28] e o RIMA [29]) ao IBAMA, que foram analisados e aprovados e também realizou 3 audiências públicas que aconteceram em Iperó, em Sorocaba e no IPEN. Ações de continuidade do projeto do Empreendimento RMB estão sendo executadas, conforme planejamento, para obtenção da próxima licença – LI.

5.1.1.1 Documentos de licenciamento

Os documentos para a obtenção da LP entregues e aprovados pelo IBAMA foram o EIA [28] e o RIMA [29]. O EIA seguiu as diretrizes dos Artigos 5 e 6 da Resolução CONAMA 001 [37] e o RIMA as diretrizes do Artigo 9 da mesma Resolução.

Na LP [47] estão relacionados os planos e programas que deverão ser apresentados para a obtenção da LI. Os documentos a serem entregues são:

- Plano de gestão ambiental
- Programa ambiental para a construção
- Programa de monitoramento e controle de ruídos
- Programa de monitoramento e controle de material particulado
- Programa de monitoramento e controle de processos erosivos

- Programa de gerenciamento de efluentes líquidos – fase de instalação
- Programa de gerenciamento de resíduos sólidos – fase de instalação
- Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais
- Programa de recuperação de áreas degradadas
- Programa de monitoramento da qualidade da água subterrânea
- Programa de gerenciamento de efluentes líquidos – fase de operação
- Programa de gerenciamento de resíduos sólidos – fase de operação
- Programa de manejo e conservação da flora
- Programa de resgate, manejo e conservação da fauna terrestre e aquática
- Programa de sinalização
- Programa de mitigação dos impactos no sistema viário
- Programa de educação ambiental para trabalhadores da obra
- Programa de educação ambiental para a comunidade local
- Programa de fortalecimento da infraestrutura pública e privada
- Programa de capacitação da mão de obra local
- Programa de comunicação social
- Programa de prospecção arqueológica e educação patrimonial
- Plano de desmobilização de mão de obra

A única referência à Garantia da Qualidade encontrada na legislação que trata do IBAMA foi no Decreto N°5.935/2006 [41], no Artigo 23 onde o requerente *tomará as medidas apropriadas para assegurar que sejam estabelecidos e implementados programas apropriados de garantia de qualidade referentes ao gerenciamento seguro do combustível nuclear usado e de rejeitos radioativos.* O Empreendimento RMB possui um Programa de Garantia da Qualidade (PGQ) que foi apresentado ao IBAMA.

5.1.2 Licenciamento nuclear

Com base na Lei Federal 10.308/2001 [2], a CNEN é o organismo responsável pelo licenciamento, administração e operação, segundo critérios, procedimentos e normas estabelecidas por ela. Diferentemente do IBAMA, a CNEN tem critérios muito específicos para cada tipo de instalação ou atividade,

seja ela nuclear, radiativa, ou depósito de rejeito radioativo. Dessa forma, cada instalação ou atividade do Empreendimento RMB deverá promover o atendimento aos requisitos específicos para obtenção das licenças ou autorizações necessárias para sua operação segura.

Como o escopo deste trabalho abrange as atividades de tratamento e armazenamento dos rejeitos radioativos, que são processos ou instalações diferentes para a CNEN, deverão ser cumpridos dois processos de licenciamento: um para o conjunto de laboratórios que realizarão o tratamento e outro para o depósito intermediário da UTAR onde se dará o armazenamento desses rejeitos.

5.1.2.1 Licenciamento para a unidade de tratamento da UTAR

Os laboratórios envolvidos no tratamento dos rejeitos radioativos da UTAR manipularão fontes não seladas e mais de um tipo de radionuclídeo para ser caracterizado, tratado e acondicionado. Estas atividades e materiais configuram este conjunto de laboratórios como uma instalação radiativa e, portanto, deve atender os critérios de licenciamento estabelecidos na Resolução CNEN 166/14 (CNEN NN 6.02) [45].

O Capítulo 1 dessa resolução [45] classifica as instalações radiativas. Com base nas características citadas, o conjunto destes laboratórios da UTAR deve ser enquadrado como instalação radiativa do GRUPO 4, 5, ou 6, conforme o valor da atividade normalizada (A_n), de acordo com a seguinte fórmula:

$$A_n = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{L_i}$$

Onde:

A_i é a atividade de cada radionuclídeo i

L_i é o nível de isenção do radionuclídeo i .

Sendo que pode-se configurar a instalação como:

I - GRUPO 4, se A_N for menor ou igual a 30;

II - GRUPO 5, se A_N for maior que 30 e menor ou igual a 20.000; ou

III - GRUPO 6, se A_N for maior que 20.000

No estágio em que se encontra o projeto, ainda não é possível definir a atividade e o nível de isenção para os radionuclídeos dos rejeitos radioativo. Para

efeito do SG, e tentando minimizar possíveis necessidades futuras de adequação de documentação, convém adotar o grupo mais crítico, em termos de documentos para licenciamento que é o GRUPO 6.

Entre as orientações para licenciamento de instalação do GRUPO 6 encontrada nesta Resolução CNEN 166/14 (CNEN NN 6.02) [45], cabe destacar as seguintes autorizações:

Art. 8o O processo de licenciamento de uma instalação radiativa compreende os seguintes Atos Administrativos:
II - Autorização para Construção, necessária para as instalações radiativas dos GRUPOS 1, 6 e 8 e dos SUBGRUPOS 2B, 3C, 7C e 7D;
III - Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança, para as instalações radiativas dos GRUPOS 1, 6 e 8 e dos SUBGRUPOS 2B, 3C, 7C e 7D;
IV - Autorização para Aquisição ou Movimentação de Fontes de Radiação, para todas as instalações radiativas;
VI - Autorização para Operação, para todas as instalações radiativas;
VII - Autorização para Retirada de Operação, para todas as instalações radiativas.

Pela natureza das autorizações, os requisitos previstos no item VII não estão dentro do escopo desse trabalho.

5.1.2.1.1 Documentos de licenciamento

Ainda nesta Resolução CNEN 166/14 (CNEN NN 6.02) [45], no que tange especificamente a documentos necessários para obtenção das licenças, cabe destacar:

Art. 12 O requerimento para Autorização para Construção deve ser acompanhado de um Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS) que contenha todos os dados e informações que permitam analisar as características de segurança envolvidas, abrangendo os seguintes aspectos:
I - qualificações técnicas do responsável pelo projeto descritivo dos itens importantes à segurança e pela construção;
II - descrição e análise da instalação, com atenção especial às características de projeto e de operação;
III - análise preliminar e avaliação do projeto e desempenho de estruturas, sistemas e componentes da instalação, identificando os itens importantes à segurança, com o objetivo de avaliar os aspectos de segurança e de proteção radiológica;

IV - programa de garantia da qualidade do requerente e dos contratados principais, a ser aplicado às atividades de gerenciamento, projeto, fabricação, aquisição, construção civil e montagem eletromecânica de itens importantes à segurança da instalação;

V - planos preliminares para procedimentos em situações de emergência, que devem ser suficientes para assegurar a compatibilidade do futuro plano de emergência com as características do projeto da instalação;

VI - plano preliminar de gerência de rejeitos radioativos, incluindo a descrição dos sistemas de controle de liberação de efluentes;

VII - relação das normas técnicas e códigos a serem adotados;

VIII - plano preliminar de proteção física, descrevendo as medidas para prevenir roubo, perda e uso não autorizado de fontes ou materiais radioativos; e

IX - plano preliminar de proteção radiológica.

Art. 15 O requerimento de Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança deve descrever completamente as modificações propostas que só podem ser executadas numa instalação radiativa com prévia autorização da CNEN.

Art. 16 O requerimento para Autorização para Aquisição ou Movimentação de Fontes de Radiação deve ser acompanhado de documentação comprobatória de que:

I - o projeto da instalação satisfaz às condições exigidas nesta Norma e em normas específicas da CNEN;

II - existe previsão para o armazenamento seguro da fonte; e

III - a instalação tem profissional qualificado com registro na CNEN para responder pela segurança da fonte de radiação.

Art. 18 O requerimento de Autorização para Operação de instalações dos GRUPOS 1, 2, 5, 6 e 8 e dos SUBGRUPOS 2A, 2B, 3B, 3C, 7B, 7C e 7D deve ser acompanhado de um Relatório Final de Análise de Segurança, RFAS, que contenha dados que permitam à CNEN analisar a conformidade das características existentes com os requisitos normativos, abrangendo, no mínimo, os seguintes aspectos:

I - projeto da instalação; e

II - plano de proteção radiológica, contendo:

a) organização do pessoal e responsabilidades;

b) plano de treinamento do pessoal;

c) plano para condução das operações;

d) programa de garantia da qualidade dos itens importantes à segurança para a fase de operação;

e) controles administrativos a serem aplicados durante a operação, incluindo medidas relativas à organização e gerência, procedimentos, verificações, auditorias e

comunicações, necessárias para garantir a operação segura da instalação radiativa;

f) plano de emergência;

g) especificações referentes a características da instalação radiativa de importância relevante para a segurança e para a proteção radiológica, a serem adotadas para a operação;

h) plano de proteção física;

i) plano de gerência de rejeitos radioativos; e

j) plano de transporte de materiais radioativos.

Parágrafo único. A análise a ser efetuada pela CNEN levará em consideração os aspectos de exposição à radiação ionizante que possam colocar em risco a saúde de indivíduos ocupacionalmente expostos e do público, bem como o impacto radiológico sobre o meio ambiente.

Art. 19 A Autorização para Operação será concedida após comprovação do atendimento aos seguintes requisitos:

I - conclusão da construção da instalação de acordo com as disposições legais, regulamentares e normativas e, quando aplicável, com as condições da Autorização para Construção e seus aditamentos; e

II - comprovação de que a operação prevista será conduzida em conformidade com os requisitos de proteção radiológica estabelecidos nas normas emitidas pela CNEN.

Parágrafo único. A Autorização para Operação poderá sofrer alteração, desde que a alteração proposta na instalação não implique em modificação de itens importantes à segurança; neste caso, é necessária a emissão de Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança.

Art. 20 As informações que foram prestadas à CNEN com vistas à Autorização para Operação deverão ser mantidas atualizadas.

Art. 21 Eventual alteração de algum item especificado na Autorização para Operação deverá ser requerida na forma do parágrafo único do artigo 9º desta Norma, devendo o interessado especificar completamente as alterações propostas.

Parágrafo único. Quando a Autorização para Operação for alterada, o prazo de validade da Autorização para Operação permanecerá o mesmo.

Art. 22 Caso esteja prevista a modificação de itens importantes à segurança, deverá ser solicitada previamente a emissão de Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança.

Art. 23 A renovação da Autorização para Operação deverá ser solicitada com o mínimo de trinta dias de antecedência do prazo previsto para o término de sua validade, na forma do disposto no artigo 8º, parágrafo único e no Anexo II desta Norma.

Dessa forma, pode-se itemizar a documentação solicitada na Resolução CNEN 166/14 (CNEN NN 6.02) [45], relacionando a seguir aqueles que deverão estar previstos pela estrutura do SGI-UTAR:

- Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS)
 - Programa de garantia da qualidade do requerente e dos contratados principais,
 - Planos preliminares para procedimentos em situações de emergência
 - Plano preliminar de gerência de rejeitos radioativos
 - Plano preliminar de proteção física
 - Plano preliminar de proteção radiológica
- Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS)
 - Plano de proteção radiológica
 - Organização do pessoal e responsabilidades
 - Plano de treinamento do pessoal
 - Plano para condução das operações
 - Programa de garantia da qualidade
 - Controles administrativos a serem aplicados durante a operação
 - Plano de emergência
 - Plano de proteção física
 - Plano de gerência de rejeitos radioativos
 - Plano de transporte de materiais radioativos

Considerou-se nessa estrutura que todos os planos e programas citados internamente no RFAS ou RPAS podem e devem estar referenciados nesses, porém efetivada sua elaboração num documento próprio.

5.1.2.2 Licenciamento para o depósito intermediário da UTAR

Para a UTAR, os critérios para esse licenciamento do depósito intermediário estão estabelecidos na Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46] e compreende a obtenção dos seguintes atos administrativos:

Art. 6º O processo de licenciamento de um depósito de rejeitos radioativos envolve o requerimento do ato administrativo pelo responsável legal pelo depósito, o encaminhamento do documento de licenciamento respectivo e a emissão pela CNEN dos seguintes atos administrativos:

*I - Aprovação do Local;
II - Autorização para Construção;
III - Autorização para Operação;
IV - Autorização para Descomissionamento de depósitos iniciais, intermediários ou provisórios; e
V - Autorização para Encerramento, somente para depósitos finais.*

Art. 7º Os requisitos para a aprovação do local e autorizações de depósitos de rejeitos radioativos provisórios serão estabelecidos pela CNEN a cada evento específico.

Parágrafo único. O processo de seleção e escolha de local está estabelecido na Norma CNEN NE 6.06 Seleção e Escolha de Locais para Depósitos de Rejeitos Radioativos.

Os requisitos previstos nos itens IV e V do Artigo 6º, recém citados e referentes às autorizações para descomissionamento e encerramento, pela sua natureza, não serão objeto deste trabalho.

5.1.2.2.1 Documentos de licenciamento

Para a obtenção dessas autorizações é necessário atendimento de alguns requisitos relacionados a seguir.

5.1.2.2.1.1 Aprovação do local

O requerente deve submeter à CNEN o Relatório do Local – RL. Segundo a Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], Seção I, o RL deve ter as seguintes informações:

I - características de utilização das cercanias, distribuição da população local, vias de acesso e distâncias aos centros de população;

II - características gerais de projeto e de operação da instalação proposta, abrangendo emprego pretendido, capacidade nominal, natureza e inventário dos rejeitos radioativos a serem contidos; características de segurança que serão incluídas e os sistemas de contenção previstos para evitar a liberação de material radioativo ou a irradiação externa de pessoas;

III - análise preliminar do potencial de influência no meio ambiente em decorrência da construção da instalação e da sua operação normal e em casos de acidente; e

IV - programa preliminar de monitoração ambiental pré-operacional.

§1º Os requisitos específicos do RL do depósito final de rejeitos radioativos da classe 2.1 constam do Anexo I desta Norma.

§2º As informações pertinentes já constantes do Relatório de Análise de Segurança da instalação podem ser referenciadas quando da elaboração do Relatório do Local do depósito de rejeitos, caso o mesmo local seja escolhido para a construção do depósito.

§3º Apresentar uma análise prospectiva da área circunvizinha ao repositório, considerando os possíveis incrementos demográficos, industriais e de outras atividades antrópicas.

§4º As informações apresentadas no RL devem conter dados suficientes para uma avaliação independente, por parte da CNEN, quanto ao potencial de migração de rejeitos radioativos do depósito para o solo, rochas e águas subterrâneas.

Visando o licenciamento do reator nuclear do Empreendimento RMB, o requerente já submeteu um RL à CNEN, que foi aprovado, e obteve a “Autorização do Local” para esta instalação [48]. O RL do reator atendeu os requisitos estabelecidos na Resolução CNEN 15/02 (CNEN NN 1.04) [49], apresentando as informações listadas abaixo:

5.1.1 Características gerais de projeto e de operação da instalação proposta, abrangendo:

- a) emprego pretendido;*
- b) capacidade nominal;*
- c) natureza e inventário dos materiais radioativos a serem contidos;*
- d) características especiais que possam ter relação significativa com a probabilidade ou com as consequências de uma liberação acidental de material radioativo;*
- e) características de segurança que serão incluídas e os sistemas de contenção previstos para evitar a liberação de material radioativo ou de radiação;*
- f) adoção, no caso de usina nucleoeletrica, de uma usina de referência tomada como base, de mesma ordem de potência, com as seguintes características:*
 - estar localizada e licenciada para construção, no Brasil ou no país do principal fornecedor;*
 - entrar em operação com antecipação suficiente para permitir o aproveitamento da experiência nos testes pré-operacionais e na operação inicial.*

5.1.2 Distribuição de população, vias de acesso existentes e propostas, características de utilização das cercanias e distâncias aos centros de população.

5.1.3 Características físicas do local, incluindo sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia.

5.1.4 A análise preliminar do potencial de influência no meio ambiente em decorrência da construção da instalação e da sua operação normal e em casos de acidentes.

5.1.5 Programa preliminar de monitoração ambiental pré-operacional.

5.1.6 Outras informações requeridas por normas relativas à localização de instalações, baixadas pela CNEN.

Comparando esses requisitos, diante da similaridade nas informações prestadas nos relatórios e considerando que o RL do reator já foi aprovado pela CNEN, é recomendável que o requerente faça uma consulta à CNEN para que o mesmo RL seja adotado para a UTAR, solicitando também orientação, caso necessário, de quais informações adicionais são necessárias para obter essa autorização.

5.1.2.2.1.2 Autorização para construção

O requerente deve submeter à CNEN o RPAS. Segundo a Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], Seção II, esse documento deve ter as seguintes informações:

- I - qualificações técnicas do responsável pela construção;*
- II - descrição e análise da instalação, com atenção especial às características de projeto de construção e de operação;*
- III - análise preliminar e avaliação do projeto e desempenho de estruturas, sistemas e componentes da instalação, com o objetivo de avaliar os aspectos de proteção radiológica;*
- IV - programa de garantia da qualidade a ser aplicado durante a construção;*
- V - planos preliminares para procedimentos em situações de emergência, que devem ser suficientes para assegurar a compatibilidade do futuro plano de emergência com as características do projeto da instalação;*
- VI - plano preliminar de gerência de rejeitos, com descrição dos sistemas de controle de liberação de efluentes e dispensa de rejeitos radioativos, conforme estabelecido na Norma CNEN NN 8.01 Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação;*
- VII - plano preliminar de proteção física;*
- VIII - plano preliminar de proteção contra incêndio;*
- IX - plano preliminar de proteção radiológica; e*
- X - relação das normas técnicas e códigos computacionais a serem adotados.*

§1º O projeto de construção do depósito inicial ou intermediário de rejeitos das Classes 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, acondicionados em embalagens, deve atender aos requisitos básicos de armazenamento estabelecidos para rejeitos da Classe 1 na Norma CNEN NN 8.01 Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação [25], acrescido dos requisitos abaixo elencados:

- a) possuir blindagem para o exterior que assegure o cumprimento dos requisitos de proteção radiológica;*
- b) possuir sistemas de ventilação, exaustão e filtragem;*
- c) dispor de meios que evitem a entrada de animais que possam provocar a dispersão do rejeito;*
- d) assegurar as condições ambientais necessárias para evitar a degradação dos volumes;*
- e) possuir sistemas de tanques e drenos de piso para coleta de líquidos provenientes de eventuais vazamentos e descontaminações;*
- f) prover segurança contra ação de eventos induzidos por fenômenos naturais;*
- g) possuir barreiras físicas que visem minimizar a dispersão e migração de material radioativo para o meio ambiente;*
- h) dispor de acessos com dimensões suficientes para permitir deslocamentos e manobras de volumes; e*
- i) dispor de piso com resistência de carga compatível com a altura e peso do material a ser armazenado e de equipamentos de manejo de carga.*

§2º As informações pertinentes já constantes no Relatório de Análise de Segurança da instalação podem ser referenciadas quando da elaboração do RPAS do depósito de rejeitos radioativos.

Art. 10 As informações apresentadas no RPAS devem abranger os seguintes itens: dados relativos às bases, critérios, modelos conceituais e matemáticos, métodos e códigos de solução, hipóteses e condições de cálculo e particularidades de projeto de engenharia e arquitetura.

§1º Essas informações devem ser prestadas em detalhe suficiente para permitir uma avaliação de segurança independente por parte da CNEN, cabendo a esta, se julgar apropriado ou necessário, estabelecer requisitos adicionais aos constantes desta Norma.

§2º O titular deve demonstrar cientificamente que sistemas, estruturas e componentes apropriados serão adotados no caso em que a área escolhida para sua construção seja próxima ao meio marinho, em meio fraturado altamente permeável ou em terreno incapaz de impedir ou retardar a migração de radionuclídeos do depósito para águas subterrâneas potencialmente utilizáveis pelo homem.

Mais uma vez a resolução pede informações, mas não fornece um modelo ou estrutura a ser adotada para elaborar o RPAS, tampouco para o PGQ. O Anexo I desta resolução [46] detalha os requisitos específicos.

5.1.2.2.1.3 Autorização para operação

O requerente deve submeter à CNEN o Relatório Final de Análise de Segurança – RFAS. Segundo a Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], Seção III, o RFAS deve ter as seguintes informações:

- I - projeto e função do depósito de rejeitos radioativos;*
- II - caracterização dos rejeitos radioativos e fontes em desuso que compõem o depósito;*
- III - abrangência do gerenciamento de rejeitos no depósito;*
- IV - descrição do depósito e de seus componentes, equipamentos e sistemas importantes para a segurança;*
- V - caracterização do sítio do depósito;*
- VI - manual de procedimentos para as atividades com importância para a segurança;*
- VII - análise da segurança radiológica;*
- VIII - plano de proteção radiológica;*
- IX - plano de proteção física;*
- X - sistema de gestão da qualidade;*
- XI - preparação e resposta a emergências radiológicas;*
- XII - requisitos para encerramento de operações e descomissionamento, no caso de depósitos iniciais e intermediários;*
- XIII - controle de materiais nucleares, quando aplicável;*
- XIV - proteção contra incêndios; e*
- XV - outros aspectos relevantes, quando aplicáveis.*

§1º Os requisitos específicos do RFAS dos depósitos iniciais e intermediários de rejeitos radiativos das classes 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, acondicionados em embalagem, constam do Anexo II desta Norma.

§2º Os requisitos específicos do RFAS dos depósitos finais de rejeitos radiativos da classe 2.1 constam do Anexo III desta Norma.

§3º As informações pertinentes já constantes no Relatório de Análise de Segurança da instalação podem ser referenciadas quando da elaboração do RFAS do depósito de rejeitos radioativos.

Art. 14 As informações apresentadas no RFAS devem abranger os seguintes itens: dados relativos às bases, critérios, modelos conceituais e matemáticos, métodos e códigos de solução, hipóteses e condições de cálculo e particularidades de projeto de engenharia e arquitetura.

§1º Essas informações devem ser prestadas em detalhe suficiente para permitir uma avaliação de segurança independente por parte da CNEN, cabendo a esta, se julgar apropriado ou necessário, estabelecer requisitos adicionais aos constantes nesta Resolução.

§2º O titular deve demonstrar cientificamente que sistemas, estruturas e componentes apropriados serão adotados no caso em que a área escolhida para sua construção seja próxima ao meio marinho, em meio fraturado altamente permeável ou em terreno incapaz de impedir ou retardar a migração de radionuclídeos do depósito para águas subterrâneas potencialmente utilizáveis pelo homem.

Como resultado da compilação das informações relativas aos documentos necessários para o licenciamento dessa instalação junto à CNEN, obteve-se a seguinte relação que deverá estar prevista na estrutura do SGI-UTAR:

- Relatório do Local
- Relatório Preliminar de Análise de Segurança – RPAS
 - Programa de garantia da qualidade a ser aplicado durante a construção;
 - Planos preliminares para procedimentos em situações de emergência
 - Plano preliminar de gerência de rejeitos
 - Plano preliminar de proteção física
 - Plano preliminar de proteção contra incêndio
 - Plano preliminar de proteção radiológica
- Relatório Final de Análise de Segurança – RFAS
 - Manual de procedimentos para as atividades com importância para a segurança
 - Plano de proteção radiológica
 - Plano de proteção física
 - Sistema de gestão da qualidade
 - Preparação e resposta a emergências radiológicas
 - Proteção contra incêndios
 - Plano de Descomissionamento

Convém ressaltar que o “Plano de Descomissionamento” previsto no RFAS está citado apenas no item 12 do anexo II da referida Resolução. Com o

levantamento da documentação mínima a ser gerada para o licenciamento ambiental e nuclear das instalações da UTAR, iniciou-se o processo para definição de modelo de SG.

Durante o desenvolvimento deste estudo, foi identificado um equívoco no item 7, do Anexo II, da Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], no qual há uma referência a Resolução CNEN 027/2004, que já havia sido substituída pela Resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01) [6], publicada 1 (um) mês antes desta que trata do licenciamento entrar em vigor.

5.2 Harmonização de normas e guias

O objetivo deste trabalho é identificar possíveis normas e guias que possam ser alinhadas ao escopo de tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos, comparando seus requisitos com aqueles estabelecidos pela CNEN.

5.2.1 Diretrizes da CNEN para sistema de gestão

5.2.1.1 Laboratórios para tratamento de rejeito radioativo

Como já visto anteriormente, a Resolução CNEN 166/14 (CNEN NN 6.02) [45] requisita PGQ para o RPAS e RFAS desta instalação, porém sem direcionar para um modelo ou estrutura específico.

5.2.1.2 Depósito intermediário de rejeito radioativo

Para este tipo de instalação, conforme Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], deve ser elaborado um PGQ que integrará o RPAS, porém sem orientação de modelo ou estrutura adotar.

Para elaborar o RFAS, esta Resolução apresenta em seu Anexo II os requisitos a serem atendidos. O requisito 11 deste anexo relata sobre a Gestão da Qualidade, da seguinte forma:

11.1 O depósito deverá operar um sistema de gestão da qualidade capaz de conciliar aspectos de segurança, saúde, meio ambiente, proteção física, e econômicos, tendo como princípio fundamental a segurança. O titular deve apresentar a filosofia do sistema de gestão da qualidade a ser implantado, demonstrando o atendimento aos seguintes requisitos:

- a) concepção dos processos de operação, administrativos e outros de acordo com modelos normativos reconhecidos, particularmente nos aspectos relativos à gestão da qualidade e à gestão ambiental;*
- b) estabelecimento, implantação, avaliação e aperfeiçoamento contínuos pelo operador, aplicando-se a todas as etapas da gerência que o depósito desenvolve;*
- c) abrangência do sistema, contemplando a localização, o projeto, a operação e a manutenção do depósito;*
- d) estímulo ao desenvolvimento e manutenção de uma sólida cultura de segurança;*
- e) implantação de sistema de gestão da documentação de licenciamento e gerenciamento do depósito, cujo alcance e detalhe deverão ser congruentes com os riscos, o inventário radioativo e as características dos rejeitos a serem armazenados;*
- f) implantação de sistema de gestão dos registros operacionais do depósito, cujo alcance e detalhe deverão ser condizentes com os riscos associados ao depósito e com a complexidade das operações e atividades que nele se desenvolvam.*

Neste item encontramos os requisitos mínimos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) solicitado, mas o que se pode ressaltar deste detalhamento é que a Gestão da Qualidade requerida deve ser “conciliável”, ou seja, amigável, no sentido de poder integrar outros aspectos também importantes para a gestão da instalação e que estão inter-relacionadas.

Outro detalhe que convém observar é que nesta Resolução não há orientação clara e direta para adotar o único modelo que a CNEN tem para questão da Qualidade e que está apresentado na Resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16) [7]. Esta observação se deve ao fato que:

- no subitem “a)” do item “1.1 Objetivo” da Resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16) [7] está descrito que um dos seus objetivos é *determinar os requisitos a serem adotados no estabelecimento e na implementação de Sistemas de Garantia da Qualidade para usinas nucleoeletricas, instalações nucleares e, conforme aplicável, também para instalações*

radiativas. Evidencia-se a não citação ou qualquer referência a depósitos de rejeitos radioativos.

- No item 5.3.8 da Resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01) [6], conforme requisito 7 do Anexo II da Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], também é solicitado PGQ, sem dar orientação ou modelagem de conformidade:

O titular deve submeter à aprovação da CNEN um Plano de Proteção Radiológica, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

r) Programa de Garantia da Qualidade aplicável ao sistema de proteção radiológica.

- Ainda no item 5.5 da Resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01) [6], mais uma vez há solicitação sem orientar quanto a modelagem ou estrutura:

5.5 REQUISITOS DE GESTÃO

5.5.1 O titular deve fomentar e manter uma cultura de segurança para estimular e fortalecer atitudes e comportamentos que contribuam para aprimorar a segurança das fontes e a proteção radiológica.

5.5.2 O sistema de garantia da qualidade estabelecido e implementado pelo titular deve proporcionar, no que se refere à proteção radiológica:

a) garantia de que os requisitos especificados estão satisfeitos; e

b) mecanismos e procedimentos de controle da qualidade, para revisar e avaliar se as medidas de proteção radiológica adotadas são efetivas.

5.5.3 Devem ser tomadas medidas para reduzir, o quanto for exeqüível, a contribuição de erros humanos que levem a acidentes ou outros eventos que possam vir a originar exposições inadvertidas ou não intencionais em qualquer indivíduo.

- No item 5.13 da Resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01) [6], subitem “5.13.1.1 item c” encontra-se mais essa solicitação, sem qualquer direcionamento específico para modelagem de PGQ, no qual os *titulares* devem assegurar que *seja implementado um programa de garantia da qualidade para exposições médicas*.
- O item 7.1.3 da Resolução CNEN 013/88 (CNEN NE 5.01) [9], conforme requisito do Artigo 27 da Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], solicita a implantação de um PGQ, porém sem orientação para modelagem ou conformidade:

7.1.3.1 Devem ser estabelecidos e implementados programas de garantia da qualidade relativos ao projeto, manufatura, ensaios, documentação, uso, manutenção e inspeção de embalados, bem como sobre operações de transporte e armazenamento em trânsito, de forma a assegurar conformidade com os requisitos desta Norma.

7.1.3.2 A comprovação de que as especificações de projeto foram inteiramente implementadas deve estar disponível para a CNEN.

7.1.3.3 O fabricante, expedidor ou usuário de qualquer projeto de embalado deve estar preparado para facilitar as inspeções, pela CNEN, da embalagem durante a fabricação e o uso, devendo, também, demonstrar que:

- a) os métodos e materiais empregados na fabricação estão de acordo com as especificações de projeto aprovadas; e*
- b) todas embalagens fabricadas de acordo com o projeto aprovado são periodicamente inspecionadas e, se necessário, reparadas, bem como mantidas em boas condições, de tal forma que continuem a satisfazer a todas especificações e requisitos relevantes, mesmo depois de uso repetido.*

- O único direcionamento para a questão é encontrado no item 5.3.3 da Resolução CNEN 012/02 (CNEN NN 6.09) [4], que remete a um PGQ relacionado à fabricação de embalagens que *deverá ser preparado de acordo com a Norma CNEN-NN-1.16, onde aplicável, e submetido à aprovação prévia pela CNEN.*

Nenhuma outra diretriz de modelo ou estrutura para PGQ ou SGQ ou SGI foi encontrada nas resoluções CNEN. Nas condições citadas até aqui, conclui-se a necessidade de implantar um:

- SGQ no depósito de rejeitos radioativos da UTAR, conciliável com outros aspectos, sem especificar um modelo ou estrutura, exceto uma breve citação ao modelo de PGQ para fabricação de embalagens; e
- PGQ para a unidade de tratamento de rejeitos radioativos, sem definir modelo ou estrutura.

A indefinição pela CNEN, no modelo ou estrutura de SG, apesar de serem instalações distintas com documentos e licenciamento específicos, permite adotar um único SG para a UTAR, com modelo a ser definido, porém com escopo para tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos.

Surgem então os seguintes questionamentos: qual o modelo de conformidade ou estrutura adotar para este SG? Existem várias normas de conformidade com diretrizes ou requisitos similares ou parciais, mas qual delas é mais adequada para a UTAR do Empreendimento RMB? A legislação encontrada dá diretrizes de responsabilidade, porém não estabelece uma estrutura de SG que deva ser atendida para cumprir com os próprios requisitos.

Os depósitos similares existentes no Brasil estão nos institutos da CNEN, nas Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e na Eletronuclear, mas nenhum possui um SG implantado e dedicado conforme solicitado pela Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46].

Tendo como princípio a operação segura das suas instalações, as organizações vêm buscando otimizar seus recursos financeiros e humanos, melhorar a qualidade de seus processos e serviços, atender as necessidades de seus clientes, não causar danos ou impactar positivamente o meio ambiente e observar a segurança da saúde e operacional dos trabalhadores. Num cenário onde a tendência na abordagem dos processos e atividades está cada vez mais holística, se entende que o esforço para implantação de um SG deve ser pela integração de todos estes aspectos, atendendo dessa forma, inclusive um dos requisitos da Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46].

5.2.2 Identificação das normas de conformidade

Na falta de diretriz, na CNEN e no Brasil, de SG específico para estes tipos de instalação, foi realizada pesquisa no organismo regulador nuclear, bem como em instalações similares, de alguns países. Esta pesquisa não foi exaustiva, mas foi possível identificar algumas orientações, apresentadas a seguir:

- O organismo regulador da África do Sul – “National Nuclear Regulator” (NNR) e o site de Vaalputs, único depósito de rejeito radioativo da África do Sul, da “South African Nuclear Energy Corporation” (NECSA), conforme seu site [50], adota as normas de gestão “International Organization for Standardization” (ISO) e uma norma específica (LD 1002) que não está disponível para consulta.

- A instalação espanhola Empresa Nacional de “Resíduos Radiactivos” S.A. (ENRESA) é um caso interessante, pois em 1986 implantou um SGQ tendo a norma UNE 73401 como modelo de conformidade [51]. O organismo regulador, em 2008, publicou a instrução IS-19 [52] dando diretrizes para que os SGQ das instalações nucleares, antes alinhados com o guia da IAEA 50-C/SQ, passassem a adotar a referida Instrução que seguia a orientação da IAEA no seu novo modelo para tal SG: a GS-R-3 [53]. O SGQ, seguindo essa diretriz, foi adaptado e desde 2010 a ENRESA possui um Sistema de Gestão Integrado alinhado com as diretrizes da IAEA.
- O organismo regulador do Canadá, “Canadian Nuclear Safety Commission” (CNSC), possui uma norma de gestão SG N286-12, “Management system requirements for nuclear facilities”, mas que também é referência para a gestão de rejeitos radioativos. [54]
- A organização inglesa “British Standards Institution” (BSI) publicou o documento PAS 99:2012 [55], que especifica os requisitos comuns de um SG e pretende que seja utilizado como uma estrutura para implementar dois ou mais SGs.
- Em seu site, a IAEA disponibilizou um guia, publicado em 2006 inicialmente como GS-R-3 [53], para integrar vários aspectos importantes a um SG quando o tema é nuclear ou radiológico. Posteriormente a IAEA publicou em 2008 outro guia que é o resultado da aplicação dos requisitos GS-R-3 [53], para “processamento, manuseio e armazenamento de rejeito radioativo”: GS-G-3.3 [56] e a GS-G-3.4 [57] para “deposição de rejeito radioativo”. Em 2016 a GS-R-3 [53] foi substituída pela GS-R Part 2 [58], que possui um foco maior na liderança e gestão para a segurança. A IAEA iniciou este ano um processo de revisão da GS-R Part 2 [58] buscando melhorar a abordagem e suprir possíveis pontos que não ficaram claros nessa substituição.
- A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), membro fundador da Organização Internacional de Normatização, do inglês “International Organization for Standardization” (ISO), vem acompanhando as

alterações e publicando as normas ISO no Brasil. As normas de gestão da ANBT que podem ser relacionadas ao escopo deste trabalho são: NBR ISO 9001:2015 [59] e NBR ISO 14001:2015 [60].

- O Departamento de Energia (DOE) americano tem uma norma de garantia da qualidade, RW-033-P Revision 21 [61], que é específica para rejeito radioativo com alto nível de radiação e elemento combustível queimado e tem uma abordagem abrangente em seus requisitos, estando também, alinhado com objetivo deste trabalho. Esta norma se baseia em outras duas, também do DOE, sendo que uma trata de critérios de garantia da qualidade para instalações nucleares (10 CFR 63.142) e outra que trata de garantia da qualidade (DOE O 414.C) que requisita um sistema de gestão integrado e eficaz.

Uma das observações que se pode demandar dessa pesquisa é que algumas instituições analisadas adotaram a estrutura e modelagem proposta pela IAEA, GS-R-3 [53].

Apesar de ter aplicação muito genérica, para qualquer negócio ou organização, e não ter o foco específico em segurança, as normas de SG da ISO ou NBR ISO também são utilizadas em instalações nucleares, por motivos variados. A revisão recente promovida nessas normas estabeleceu alteração estrutural nos SG e a nova abordagem se aproximou um pouco mais das diretrizes estabelecidas nos guias da IAEA e da BSI. Outro motivo da adoção dessas normas nesse estudo é que elas partilham de parte significativa do texto. Algumas das normas NBR ISO para SG mais utilizadas no Brasil são: NBR ISO 9001:2015 [59] e NBR ISO 14001:2015 [60].

O aspecto de segurança dos trabalhadores a ser integrado no SGI também pode ter suas diretrizes nos requisitos da norma estabelecida pela BSI OHSAS 18001. [62]

5.2.3 Correlação das normas de conformidade

Em função do exposto até aqui, optou-se por adotar as seguintes normas para um estudo comparativo:

- Resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16) [7] – estrutura PGQ

- IAEA GS-G-3.3 [56] – estrutura um SGI para processo, manuseio e armazenamento de rejeito radioativo
- IAEA GS-R Part 2 [58] – estrutura um SGI – foco liderança e gestão para a segurança
- NBR ISO 9001:2015 [59] – estrutura um SG da qualidade – foco no cliente
- NBR ISO 14001:2015 [60] – estrutura um SG ambiental
- OHSAS 18001:2007 [62] – estrutura um SG para saúde e segurança ocupacional
- PAS 99:2012 [55] – estrutura um SGI para integrar 2 ou mais SGs
- DOE/RW-0333P [61] – estrutura um SGQ para rejeito radioativo

Para este estudo foram utilizadas as revisões mais recentes dessas normas e guias. A matriz de correlação apresentada na Tabela 5.1 objetiva comparar os requisitos dessas normas e guias, tendo como base a Resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16) [7], identificando possível norma ou guia que atenda a maioria desses requisitos, citados pela CNEN, além dos demais aspectos que desejamos na integração do SG, conforme Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46].

Tabela 5.1 – Correlação entre as normas e guias

(continua)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
1 Objetivo e Campo de Aplicação	1 Escopo	1 Escopo	---	1. Introdução (Informação base OU VISÃO GERAL, Objetivo, Escopo, Estrutura)	1. Introdução (Informação base OU VISÃO GERAL, Objetivo, Escopo, Estrutura)	1 Escopo	1 Escopo
2.2 Normas e Documentos de Referência	2. Referência Normativa	---	---	Referência	Referência	2. Referências normativas	2 Referências normativas
3 Siglas e Definições	3. Termos e definições	---	---	---	---	3 Termos e Definições	3. Termos e definições
---	4 Contexto da organização 4.1 Entendendo a organização e seu contexto	4.2 Entendendo a organização e seu contexto	---	---	7 Aplicação da abordagem graduada ao SG	4. Contexto da organização 4.1 Entendendo a organização e seu contexto	4.3.1 Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles
4 Requisitos para os sistemas e o PGQ 4.1 SGQ	4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas 4.4 SGQ e seus processos	4.4 SGI	1 Organização	2. SG – Recomendações gerais,	6 Integração do SG	4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas 4.4 Sistema de gestão ambiental	4 Requisitos do SG da SST 4.1 Requisitos Gerais
4.1.1 Obrigatoriedades e Responsabilidades	5.2 Política 5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais	5.2 Política 5.3 Papéis, responsabilidade e autoridades organizacionais	1.2 Requisitos	3. Responsabilidade da Gestão – Geral, Compromisso, Responsabilidade e Autoridade no Sistema de Gestão 5 Implementação de processos – Desenvolvimento de Processos; Gestão de processos e Controle de Produtos	1 Alcançando o objetivo fundamental da segurança 2 Demonstração de liderança para segurança pelos gerentes 3 Responsabilidade da alta administração para o SG	5.2 Política Ambiental 5.3 Papéis, responsabilidade e autoridades organizacionais	4.2 Política de SST

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
4.1.2 Diretrizes Básicas	5.1 Liderança e Comprometimento 5.1.1 Generalidades 5.2 Política 6 Planejamento 6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades 6.2 Objetivos da qualidade e planejamento para alcançá-los 6.3 Planejamento de mudanças 7 Apoio 7.1 Recursos 7.1.1 Generalidades 7.1.2 Pessoas 7.1.3 Infraestrutura 7.1.4 Ambiente para a operação dos Processos 7.1.5 Recursos de Monitoramento e medição	5.1 Liderança e Comprometimento 5.2 Política 6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades 6.2 Objetivos SGI e planejamento para alcançá-los 7 Apoio 7.1 Recursos	2.2 Requisitos (PGQ)	2. Sistema de Gestão – Recomendações gerais, Gradação na aplicação de requisitos de SG 3. Responsabilidade da Gestão – Políticas organizacionais, Satisfação das Partes Interessadas; Planejamento; 4. Gestão de Recursos – Geral, Provisão de Recursos; Recursos Financeiros; Infraestrutura e Ambiente de trabalho 5 Implementação dos processos – Geral; Desenvolvimento de processos	1 Alcançando o objetivo fundamental da segurança 2 Demonstração de liderança para segurança pelos gerentes 4 Objetivos, estratégias, planos e objetivos 7 Aplicação da abordagem graduada ao SG 9 Provision of resources 13 Medição, avaliação e melhoria do SG	5.1 Liderança e Comprometimento 5.2 Política ambiental 6 Planejamento 6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades 6.1.2 Aspectos ambientais 6.2.1 Objetivos ambientais 6.2.2 Planejamento de ações para alcançar os objetivos ambientais 7 Apoio 7.1 Recursos	4.1 Requisitos Gerais 4.2 Política de SST 4.3 Planejamento 4.3.1 Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles 4.3.3 Objetivos, metas e programa(s) 4.4.1 Recursos, Funções, Responsabilidades, Prestações de Conta e Autoridades
4.1.3 Idiomas	---	---	---	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Controle de documentos)	---	---	---

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
---	6.3 Planejamento de mudanças	---	---	5 Implementação de processos – Gestão da mudança organizacional	4 Objetivos, estratégias, planos e objetivos	---	---
4.1.4 Procedimentos, Instruções e Desenhos	7.5 Informação Documentada 7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de informação documentada	7.5 Informação Documentada 7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de informação documentada	5 Procedimentos, Instruções e desenhos	2 SG – Documentação do SG	8 Documentação do SG	7.5 Informação Documentada 7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de informação documentada	4.4.4 Documentação
4.1.5 Avaliação pela Gerência	9.3 Análise Crítica pela Direção 10.3 Melhoria contínua	9 Avaliação de desempenho 9.3 Análise Crítica pela Direção 10.2 Melhoria contínua	2.2.6 Avaliação da Gestão 2.2.10 Avaliação do PGQ	6 Medição, Avaliação e Melhoria – Análise Crítica do SG	13 Medição, avaliação e melhoria do SG 14 Medição, avaliação e melhoria da liderança	9 Avaliação de desempenho 9.1.2 Avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros requisitos 9.3 Análise Crítica pela Direção 10.3 Melhoria contínua	4.6 Análise Crítica pela Direção 4.5.2 Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros
4.2 Programa de Garantia da Qualidade	4.4 SGQ e seus processos	7.5 Documentação 7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de informação documentada	2 PGQ	2 SG – Documentação do SG	6 Integração do SG	7.5 Documentação 7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de informação documentada	4.4.4 Documentação
4.3 Organização 4.3.1 Responsabilidades, Autoridades e Comunicações	5.1 Liderança e Comprometimento 5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais 7.4 Comunicação	4.1 Entendendo a organização e seu contexto 5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais 7.4 Comunicação	1 Organização 1.2 Requisitos 1.3 Descrição	3. Responsabilidade na Gestão – Responsabilidade e Autoridade no Sistema de Gestão 5 Implementação de processos – Comunicação	1 Alcançando o objetivo fundamental da segurança 2 Demonstração de liderança para segurança pelos gerentes	4.1 Entendendo a organização e seu contexto 5.3 Papéis, responsabilidade e autoridades organizacionais 7.4 Comunicação	4.1 Requisitos Gerais 4.4.1 Recursos, Funções, Responsabilidades, Prestações de Conta e Autoridades 4.4.3 Comunicação,

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
					3 Responsabilidade da alta administração para o SG 5 Interação com partes interessadas	7.4.2 Comunicação interna 7.4.3 Comunicação externa	Participação e Consulta
4.3.2 Interfaces Organizacionais	5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades Organizacionais	5.3 Papéis , responsabilidade e autoridades organizacionais 7.4 Comunicação	2.2.2 Aplicabilidade do PGQ e Atividades Relacionadas	3. Responsabilidade da Gestão – Políticas organizacionais	5 Interação com partes interessadas	5.3 Papéis , responsabilidade e autoridades organizacionais 7.4 Comunicação 7.4.2 Comunicação interna 7.4.3 Comunicação externa	4.4.1 Recursos, Funções, Responsabilidades, Prestações de Conta e Autoridades 4.4.3 Comunicação, Participação e Consulta
4.3.3 Seleção e Treinamento de Pessoal	7.1.2 Pessoas 7.1.6 Conhecimento organizacional 7.2 Competência 7.3 Conscientização	7.2 Competência 7.3 Conscientização	2.2.11 Treinamento, Qualificação e Certificação de Pessoas 9.2.3 Qualificação e Certificação de Pessoal que faz exame não destrutivo 10.2.9 Qualificação e Certificação do Pessoal que faz Inspeção. 11.2.6 Qualificação e Certificação de Pessoal de Teste	4 Gestão de Recursos – Recursos humanos e competência individual	9 Prestação de recursos	7.2 Competência 7.3 Conscientização	4.4.2 Competência, treinamento e conscientização

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
4.4 Controle de Documentos 4.4.1 Preparação, Análise e Aprovação de Documentos	7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de Informação documentada	7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de informação documentada	6 Controle de Documentos	2 SG – Documentação do SG 5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Controle de Documentos)	8 Documentação do SG	7.5.2 Criando e atualizando 7.5.3 Controle de informação documentada	4.4.5 Controle de Documentos
4.4.2 Liberação e Distribuição de Documentos	7.5.3 Controle de Informação documentada	7.5.3 Controle de informação documentada	6 Controle de Documentos	2 SG – Documentação do SG	8 Documentação do SG	7.5.3 Controle de informação documentada	4.4.5 Controle de Documentos
4.4.3 Controle de Alterações de Documentos	7.5.3 Controle de Informação documentada	7.5.3 Controle de informação documentada	6 Controle de Documentos	2 SG – Documentação do SG 5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Controle de Documentos)	8 Documentação do SG	7.5.3 Controle de informação documentada	4.4.5 Controle de Documentos
4.5 Controle de Projeto 4.5.1 Requisitos Gerais	8.2 Requisitos para produtos e serviços 8.3 Projeto e desenvolvimento de produtos e Serviços 8.3.2 Planejamento de projeto e desenvolvimento 8.3.3 Entrada de projeto e desenvolvimento	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	2.2.4 Plano de Trabalho 3.0 Controle de Projeto	5 Implementação de processos – Desenvolvimento de Processos; Gestão de processos e Controle de Produtos	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
4.5.2 Interfaces de Projeto	8.3.1 Planejamento de projeto e desenvolvimento	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	3.0 Controle de Projeto	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional
4.5.3 Verificação de Projeto	8.3.4 Controles de projeto e desenvolvimento 8.3.5 Saídas de projeto e desenvolvimento	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	3.0 Controle de Projeto	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional
4.5.4 Alterações de Projeto	8.3.6 Mudanças de projeto e desenvolvimento	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	3.0 Controle de Projeto	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional
4.6 Controle de Aquisições 4.6.1 Requisitos Gerais	8.4 Controle de processos, produtos e serviços providos externamente	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.0 Controle de Documentos de Aquisição 4.2.3 Análise Crítica e Aprovação de Documentos de Aquisição 4.2.4 Alteração de Documentos de Aquisição 7.1 Geral (Controle de Aquisição de material, equipamento e serviço) 7.2.1 Plano de Aquisição 7.2.5 Controle do documento gerado pelo fornecedor	5 Implementação de processos – Aquisição	11 Gestão da cadeia de abastecimento	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
4.6.2 Avaliação e Seleção de Fornecedores	8.4 Controle de processos, produtos e serviços providos externamente	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	7.2.12 Aquisição comercial 7.2.2 Seleção e Avaliação da fonte 7.2.3 Avaliação da proposta 7.2.4 Avaliação do Desempenho do Fornecedor	5 Implementação de processos – Aquisição	11 Gestão da cadeia de abastecimento	8.1 Planejamento e controle operacionais	4.4.6 Controle Operacional
4.6.3 Controle de Itens e Serviços Adquiridos	8.4 Controle de processos, produtos e serviços providos externamente	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	7.2.6 Aceitação de Itens ou serviços 7.2.7 Certificado de conformidade 7.2.8 Verificação da fonte 7.2.9 Inspeção no recebimento 7.2.10 Teste pós instalação	5 Implementação de processos – Aquisição	11 Gestão da cadeia de abastecimento	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional
4.7 Controle de Materiais 4.7.1 Identificação e Controle de Materiais, Peças e Componentes	8.4 Controle de processos, produtos e serviços providos externamente	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	8 Identificação e Controle de Materiais, Partes e Componentes	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Situação do rejeito, equipamento, ferramentas e materiais)	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e controle operacionais	4.4.6 Controle Operacional
4.7.2 Manuseio, Armazenamento e Embarque	8.4.2 Tipo e extensão do Controle	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	13 Manuseio, Armazenamento e Embarque	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Armazenamento)	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
4.8 Controle de Processos	8.5 Produção e provisão de serviço	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	9 Controle de Processos Especiais	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Processos especiais)	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais	4.4.6 Controle Operacional
---	5.1.2 Foco no Cliente 7.2.1 Determinação de requisitos relacionados ao produto	---	---	---	10: Gestão de processos e atividades	6.1.3 Requisitos legais e outros requisitos	4.3.2 Requisitos Legais e outros
4.9 Controle de Inspeção e Testes 4.9.1 Programa de Inspeção	7.1.5 Recursos de Monitoramento e medição 9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	8.1 Planejamento e Controle Operacionais 9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	10 Inspeção 10.2.6 Inspeção Final	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Inspeção e Testes)	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais 9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	4.4.6 Controle Operacional 4.5.1 Monitoramento e Medição de Desempenho
4.9.2 Programa de Testes	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	8.1 Planejamento e Controle Operacionais 9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	11 Controle de Teste 11.2.2 Execução dos Testes 11.2.3 Uso de Outros Documentos de Teste	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Inspeção e Testes)	10: Gestão de processos e atividades	8.1 Planejamento e Controle Operacionais 9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	4.4.6 Controle Operacional 4.5.1 Monitoramento e Medição de Desempenho
4.9.3 Calibração e Controle de Equipamentos de Teste e de Medição	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	12 Controle de medição e Equipamentos de Teste 12.2.2 Documentação do Uso de Equipamento de Medição de Teste 12.2.4	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Inspeção e Testes)	10: Gestão de processos e atividades	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	4.5.1 Monitoramento e Medição de Desempenho

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
			Equipamento de Medição e Teste Abandonado no local ou Perdido 12.2.7 Documentação de Equipamentos de Medição e Teste				
4.9.4 Situações das Inspeções, Testes e Estado Operacional de Itens	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	2.2.5 Acompanhamento / inspeção 14 Inspeção, Teste e Operação	5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Situação do rejeito, equipamento, ferramentas e materiais)	10: Gestão de processos e atividades	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	4.5.1 Monitoramento e Medição de Desempenho
4.10 Controle de Itens Não-conformes 4.10.1 Requisitos Gerais	10.2 Não conformidade e ação corretiva	10.1 Não conformidade e ação corretiva	15 Material, Testes ou Componentes não conformes 16.2.2 Classificação da Condição Adversa à Qualidade	6 Medição, Avaliação e Melhoria – Não conformidade, Ação corretiva e preventiva (Não conformidades)	13 Medição, avaliação e melhoria do SG	8.2 Preparação e Resposta a Emergências	4.4.7 Preparação e Resposta a Emergências 4.5.2 Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros
4.10.2 Avaliação e Destinação de Itens Não conformes	8.7 Controle de saídas não conformes 10.2 Não conformidade e ação corretiva	10.1 Não conformidade e ação corretiva	15.2.3 Segregação de Item não conforme 15.2.4 Disposição de Item não conforme	6 Medição, Avaliação e Melhoria – Não conformidade, Ação corretiva e preventiva (Não conformidades)	13 Medição, avaliação e melhoria do SG	8.2 Preparação e Resposta a Emergências 10.2 Não conformidade e ação corretiva	4.4.7 Preparação e Resposta a Emergências 4.5.3.2 Não conformidade, ação corretiva e ação preventiva
4.11 Ações Corretivas	10.2 Não conformidade e ação corretiva	10.1 Não conformidade e ação corretiva	16 Ações Corretivas	6 Medição, Avaliação e Melhoria – Não conformidade, Ação corretiva e preventiva (ações	13 Medição, avaliação e melhoria do SG	10.2 Não conformidade e ação corretiva	4.5.3.2 Não conformidade, ação corretiva e ação preventiva

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
				corretivas)			
4.12 Registros de Garantia da qualidade 4.12.1 Preparação dos registros	7.5.3 Controle de Informação documentada	7.5.3 Controle de Informação documentada	17 Registros de Garantia da Qualidade	5 Implementação de processos – Controle de Registro	8 Documentação do SG	7.5.3 Controle de informação documentada	4.5.4 Controle de Registros
4.12.2 Coleta, Arquivo e Preservação dos Registros	7.5.3 Controle de Informação documentada	7.5.3 Controle de Informação documentada	17.2.6 Armazenamento e Preservação dos Registros de Garantia da Qualidade	5 Implementação de processos – Controle de Registro	8 Documentação do SG	7.5.3 Controle de informação documentada	4.5.4 Controle de Registros
4.13 Auditorias 4.13.1 Requisitos Gerais	9.2 Auditoria interna	9.2 Auditoria interna	18 Auditorias	6 Medição, Avaliação e Melhoria – Avaliação Independente	13 Medição, avaliação e melhoria do SG	9.2 Auditoria interna 9.2.1 Generalidades 9.2.2 Programa de auditoria interna	4.5.5 Auditoria interna
4.13.2 Programação	9.2 Auditoria interna	9.2 Auditoria interna	18.2.5 Programa da Auditoria	6 Medição, Avaliação e Melhoria – Avaliação Independente	13 Medição, avaliação e melhoria do SG	9.2 Auditoria interna	4.5.5 Auditoria interna
---	8.5.5 Atividade pós entrega	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	4.5.3.1 Investigação de Incidente
---	---	---	---	2 SG – Cultura da Segurança	12 Promovendo uma cultura para a segurança	---	---
---	---	4.4 Sistema de gestão integrado	---	5 Implementação dos processos – Estratégia para o desenvolvimento do sistema de gestão integrado e processos de	6 Integração do SG	---	---

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
				trabalho			
---	---	---	---	5 Implementação dos processos – Estratégia para o desenvolvimento do sistema de gestão integrado e processos de trabalho 5 Implementação de processos – Gestão de processos e Controle de Produtos (Validação de processos)	10: Gestão de processos e atividades 10: Gestão de processos e atividades	---	---
				6 Medição, Avaliação e Melhoria – Auto avaliação (Processos de gestão, Processos de trabalho)	10: Gestão de processos e atividades		
				6 Medição, Avaliação e Melhoria – Melhoria	13 Medição, avaliação e melhoria do SG	10 Melhorias	
			1.2.2 Resolução de disputas da qualidade				
			1.3.4 Custódia do Rejeito				
			2.2.9 Elicitação especialista				
			6.2.7 Alteração Acelerada				
			6.2.8 Correção de Edição				

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
			7.2.11 Controle de não conformidades de fornecedores e contratos				
			7.2.13 Sociedade Americana de engenheiros mecânicos – seção III				
			10.2.7 Itens Aceitos				
			12.2.6 Dispositivos Comerciais				
			13.2.3 Marcação e Rótulo				
			16.2.6 Tendência da Qualidade				
			17.2.9 Volume de Registros de Garantia da Qualidade				
			17.2.10 Instalação única de Armazenamento de longo prazo				
			17.2.11 Instalações Duplas de Armazenamento				
			17.2.12 Instalação de Armazenamento Temporário				
			17.2.13 Substituição de				

(continuação)

CNEN NN 1.16 [7]	NBR ISO 9001:2015 [59]	PAS 99 [55]	RW-0333P [61]	GS-G-3.3 [56]	GSR Part 2 [58]	NBR ISO 14001:2015 [60]	OHSAS 18001:2007 [62]
			Registros de Garantia da Qualidade				
			Suplemento I - Software				
			Suplemento II – Controle de Amostra				
			Suplemento III – Pesquisa Científica				
			Suplemento IV – Pesquisa de Campo				
			Suplemento V – Controle da Gestão Eletrônica da Informação				
			Apêndice A – Interface da Custódia do Rejeito				
			Apêndice C – Armazena e Transporte				

Fonte: autor da dissertação.

Seria interessante um estudo complementar a este trabalho, com discussão de requisito por requisito dessa correlação, verificando detalhes que possam tornar o SGI melhor estruturado, enriquecendo os requisitos com a melhor abordagem de cada norma ou guia.

Na matriz de correlação apresentada, é possível verificar que não há uma única norma ou guia que atenda a todos os requisitos relativos ao escopo em questão, quando se adota como princípio o atendimento à Resolução CNEN 017/00 (CNEN NN 1.16) [7]. Comparando e analisando esses requisitos pode-se observar que em relação aos requisitos:

- Gestão – o guia GS-G-3.3 [56], que é aplicação da GS-R-3 [53] para o escopo deste trabalho, atende os requisitos da Resolução CNEN 017/00 (CNEN NN 1.16) [7].
- Técnicos – o guia GS-G-3.3 [56] e o RW/0333P [61] descrevem, com maior detalhe, os aspectos a serem analisados e abordados em cada processo produtivo deste escopo.

Diante do exposto, a recomendação de modelagem a ser adotada para o SG da UTAR é o guia GS-G-3.3 [56].

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para este trabalho, considerou-se, para melhor entendimento e em função da interação obtida, tratar juntamente do resultado e discussão.

6.1 SGI-UTAR

6.1.1 Modelo de conformidade a ser adotado para SGI-UTAR

A Resolução CNEN 017/00 (CNEN NN 1.16) [7] tem seus requisitos atendidos pelas outras normas e guias usados nesta harmonização e alguns incluem em seus requisitos, aspectos específicos ou das partes interessadas que vão além do requerido pela CNEN.

Procurando estruturar um SG que atenda ao requisito 11 da resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46] e com base na harmonização das normas e guias, entende-se que a melhor proposta seria adotar como base o guia da IAEA GS-G-3.3 [56] e complementar com requisitos da DOE [61], não atendidos pelo guia. Um SG assim, estrategicamente estruturado, fornece as diretrizes mínimas para atendimento legal e permite que sejam adotadas normas técnicas e diretrizes específicas para as atividades, sem comprometer a estrutura do mesmo.

Com base neste estudo, justifica-se a adoção do guia GS-G-3.3 [56], por:

- atender os requisitos da Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], e
- abordar de forma mais específica as questões ligadas ao escopo do trabalho.

Esta diretriz do DOE RW-0333P [61] é para um SGQ, mas, no que diz respeito aos processos relacionados a tratamento e depósito, ela é uma diretriz bem interessante, podendo ser adotada nestes requisitos, tornando o SGI mais robusto.

Este SGI, como os modelos de SG preconizados pela IAEA, deve ter como foco principal a Cultura de Segurança e deverá levar em conta, para sua estruturação, os “Princípios da Gestão de Rejeitos Radioativos” já citados e

sugeridos no item 4.1.2.1 deste trabalho. Esta sugestão é baseada nos princípios adotados pela IAEA e pelo DEFRA. Os “Princípios da Gestão da Qualidade” estabelecidos pela “Fundação Nacional da Qualidade” também deverão ter observados, fortalecendo a gestão do negócio. São eles: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidências e gestão de relacionamento.

6.1.1.1 Cultura de segurança

Cultura de Segurança é um conceito que deve permear todos os níveis de uma empresa, chegando até os indivíduos, mesmo aqueles que não estão diretamente envolvidos com a operação ou atividade principal.

Cultura de segurança consiste em crenças compartilhadas, práticas e atitudes que existem em um negócio. A cultura é a atmosfera criada por aquelas crenças, atitudes, etc., que moldam o nosso comportamento. Uma cultura de segurança da organização é o resultado de vários fatores, tais como:

- Normas, suposições e crenças de gestão e dos funcionários;
- Atitudes de gestão e dos funcionários;
- Valores, mitos, histórias;
- As políticas e procedimentos;
- Prioridades, responsabilidades e prestação de contas do supervisor;
- Pressões de produção e linha de fundo X questões de qualidade;
- Ações ou falta de ação para corrigir comportamentos inseguros;
- Treinamento e motivação de funcionários; e
- Envolvimento dos trabalhadores.

Em uma forte cultura de segurança, todo mundo se sente responsável pela segurança e persegue-a diariamente; empregados atuam além do “chamado do dever” para identificar as condições e comportamentos inseguros, e intervir para corrigi-los. Por exemplo, em uma forte cultura de segurança qualquer trabalhador se sente confortável em ir até o gerente da fábrica e lembrar-lhe para usar óculos de segurança. Este tipo de comportamento não seria visto como avanço ou excesso de zelo, mas seria avaliado pela organização e recompensado. Da mesma forma, rotineiramente, colegas de trabalho observam e

assinalam comportamentos inseguros para o outro, sempre com o objetivo de diminuir ou eliminar ações inseguras.

Uma empresa com uma forte cultura de segurança normalmente experimenta alguns comportamentos de risco, conseqüentemente, eles também experimentam taxas de incidência baixa, baixa rotatividade e ausência de funcionários e alta produtividade. Geralmente essas empresas são extremamente bem sucedidas pela excelência em todos os aspectos do negócio.

Percebe-se que, neste caso, a segurança também deve ser compreendida como a integração dos seus vários aspectos: nuclear, radiológica, industrial, ambiental, física, etc, possibilitando uma visão e entendimento mais completo.

6.1.2 Estrutura da documentação SGI-UTAR

O SGI-RMB fornecerá as diretrizes básicas para todas as instalações do Empreendimento RMB. Portanto, o SGI-UTAR deverá ser estruturado com os documentos complementares específicos para a sua instalação, atendendo também os aspectos legais e regulamentares. A estrutura mínima da documentação da UTAR está apresentada na Figura 6.1.

Figura 6.1 – Estrutura da documentação SGI-UTAR

Fonte: autor da dissertação.

6.1.2.1 Documentos do SGI-RMB

O Empreendimento RMB possui um SGI que integra aspectos de segurança, meio ambiente, qualidade e econômicos, com fundamentos de responsabilidade social e cultura de segurança. Os documentos disponíveis no Portal do Empreendimento RMB, de acesso restrito, que descrevem e sustentam o SGI, estão organizados em macro processos, conforme Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Documentos do SGI-RMB

(continua)

Macro Processo	Processo	Título
Liderança e Planejamento	Organização, Responsabilidade e Autoridade	Organização
	Requisitos Legais, Regulamentares e outros	PGQ – Programa de Garantia da Qualidade – Empreendimento RMB
	Análise Crítica pela Direção	Análise crítica

(continuação)

Macro Processo	Processo	Título
Gestão da Informação	<i>Sistema de Controle de Documentação</i> (Normativo e de Eng. Projetos)	Sistema e controle de documentação
	Padronização de Documentos de Projeto	Padronização de Critérios Básicos de Projeto, de Desenhos, de Fluxogramas, de Memoriais, de Relatórios, de Listas
Gestão do Empreendimento	Gestão do Escopo	Estrutura Analítica de Projeto – EAP
Gestão de Projeto	Controle de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento	Proposta de Tarefa
	Controle de Projeto de Engenharia	Controle de Projeto Determinação da Gradação da Qualidade para ESC
Gestão de Aquisição	Aquisição e Contratação	Gestão do Processo de Aquisição
	Acompanhamento Técnico de Atividades Contratadas (GRAFI)	Grupo de Acompanhamento e Fiscalização (GRAFI)
	Qualificação e Avaliação de Fornecedores	Qualificação de Fornecedor
Manutenção, Inspeção e Testes	Controle de Equipamentos ESC (Identificação, Calibração, Validação, Verificação, Qualificação)	Controle de equipamento
	Programa de Inspeção e Testes (Critério de Aceitação, Situação de Inspeção, Teste e Estado Operacional)	Programa de Inspeção e Testes
Melhoria Contínua	Controle de Itens Não Conformes e Tratamento de Não Conformidades	Controle de Item Não Conforme
	Ação Corretiva e Sugestão de Melhoria	Ação Corretiva
	Auditoria e Auto avaliação	Auditorias
Gestão Ambiental e Segurança	Licenciamento e Processos Ambientais	Termo de Referência Para Elaboração dos Programas Básicos Ambientais do RMB

Fonte: autor da dissertação.

Analisando a documentação e verificando que o SGI-RMB também se baseia nos elementos encontrados no Instituto de Gerenciamento de Projeto, do inglês “Project Management Institute” (PMI), pode-se identificar a ausência de alguns documentos que devem permear o Empreendimento RMB como um todo e não apenas a instalação de rejeito radioativo em questão. Esses documentos

deverão atender os processos de Planejamento; Gestão de Mudança; Gestão da Comunicação; Gestão de Pessoas; Gestão de Risco, Prazo, Custo e de Interdependências; Gestão de Materiais, Gestão de Processos, Gestão de Manutenção e Gestão Ambiental e Segurança.

6.1.2.2 Documentos do SGI-UTAR

Como o SGI-UTAR segue os princípios da gestão da qualidade (FNQ), a definição de sua estrutura terá como base a “abordagem de processo”.

Nos documentos existentes no SGI-RMB e na lacuna existente para atender o modelo de gestão adotado para o Empreendimento RMB, citados anteriormente, identificamos os documentos complementares a serem gerados e que deverão dar suporte para que o SGI-UTAR, atendendo também os licenciamentos da UTAR: tratamento e depósito intermediário. A Tabela 6.2 relaciona os processos e documentos que, minimamente e em complemento aos documentos do SGI-RMB, deverão ser elaborados para atender o modelo de conformidade proposto.

Tabela 6.2 – Documentos do SGI-UTAR

(continua)

Macro Processo	Processo	Documentos a serem elaborados
Liderança e Planejamento	Organização, Responsabilidade e Autoridade	- Definir organização interna - Escopo do SG do Rejeito Radioativo
	Planejamento	- Elaborar planejamento, conforme diretriz do SGI-RMB - Relatório do Local
	Requisitos Legais, Regulamentares e outros	Para os laboratórios de tratamento:
		<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de Análise de Segurança (RAS – Preliminar e Final) • Programa de garantia da qualidade do requerente e dos contratados principais, • Planos preliminares para procedimentos em situações de emergência • Plano de gerência de rejeitos radioativos (preliminar e final)

(continuação)

Macro Processo	Processo	Documentos a serem elaborados
Liderança e Planejamento	Requisitos Legais, Regulamentares e outros	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de proteção física, (preliminar e final) • Plano de proteção radiológica. (preliminar e final) • Programa de garantia da qualidade • Organização do pessoal e responsabilidades • Plano de treinamento do pessoal • Plano para condução das operações • Controles administrativos a serem aplicados durante a operação • Plano de transporte de materiais radioativos • Plano de emergência • Plano de Controle de Processos
		<p>Para o depósito intermediário:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relatório de Análise de Segurança (RAS – Preliminar e Final) • Programa de Garantia da Qualidade (PGQ) a ser aplicado durante a construção. • Programa de Garantia da Qualidade (PGQ) para os embalados • Plano preliminar para procedimentos em situações de emergência de Emergência • Plano de Gerência de Rejeitos Radioativos (preliminar e “final”) • Plano de Proteção Física (preliminar e “final”) • Plano de Proteção Contra Incêndio (preliminar e “final”) • Plano ou Programa de Proteção Radiológica preliminar • Preparação e Resposta a Emergências Radiológicas • Plano de Emergência Local • Programa de Treinamento • Plano de Descomissionamento <p>Manual de procedimentos para as atividades importantes para a segurança</p> <p>Plano de Proteção Contra Incêndio da UTAR (AVCB)</p>
		Análise Crítica pela Direção
Gestão da Informação	Sistema de Controle de Documentação (Normativo e de Eng. Projetos)	Conforme diretriz do SGI-RMB

(continuação)

Macro Processo	Processo	Documentos a serem elaborados
Gestão da Informação	Sistema Informatizado (validação, verificação e qualificação de software)	Conforme diretriz do SGI-RMB
Gestão da Informação	Comunicação (Informação Documentada, Reunião, Gerencial)	<ul style="list-style-type: none"> Conforme diretriz do SGI-RMB Definir, se necessário, a comunicação com as partes interessadas específicas
	Padronização de Documentos de Projeto	Conforme diretriz do SGI-RMB
Gestão de Pessoas	Planejamento da necessidade e seleção de recursos humanos	Definir o planejamento da necessidade de pessoas, com respectivo perfil e função.
	Capacitação, Conscientização, Treinamento e Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Treinamento (ver Requisitos Legais) Definir Programa de Desenvolvimento
Gestão do Empreendimento	Gestão do Escopo	Conforme diretriz do SGI-RMB
	Gestão do Risco	Elaborar documento que trata identifica os riscos estratégicos e operacionais, conforme diretriz do SGI-RMB
	Gestão de Custos	Conforme diretriz do SGI-RMB
	Gestão de Prazos	Conforme diretriz do SGI-RMB
	Gestão de Interdependências	Conforme diretriz do SGI-RMB
Gestão de Projeto	Controle de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento	Conforme diretriz do SGI-RMB
	Controle de Projeto de Engenharia	Garantir que os documentos de projeto elaborados atendem ao requisito do artigo 9, inciso X, o parágrafo 1 da resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46].
Gestão de Aquisição	Aquisição e Contratação	Conforme diretriz do SGI-RMB.
	Acompanhamento Técnico de Atividades Contratadas (GRAFI)	Conforme diretriz do SGI-RMB
	Diligenciamento	Conforme diretriz do SGI-RMB
	Qualificação e Avaliação de Fornecedores	Conforme diretriz do SGI-RMB
Gestão de Materiais	Inspeção no Recebimento	Definir controle específico, caso a diretriz do SGI-RMB não atenda alguma especificidade.
	Identificação de Materiais	
	Manuseio e Preservação	
Controle de Processos	Identificação de Processo Chave	Definir os processos específicos para caracterização, tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos. ⁽¹⁾
	Medição e Monitoração de Processos	Definir os pontos críticos para medição, indicadores, limites e controles.

(continuação)

Macro Processo	Processo	Documentos a serem elaborados
Controle de Processos	Análise de Dados (Técnicas Estatísticas)	Definir as técnicas estatísticas que serão utilizadas para análise das medições, quando aplicável.
Manutenção, Inspeção e Testes	Controle de Equipamentos ESC (Identificação, Calibração, Validação, Verificação, Qualificação)	Definir controle específico, caso a diretriz do SGI-RMB não atenda alguma especificidade.
	Programa de Inspeção e Testes (Critério de Aceitação, Situação de Inspeção, Teste e Estado Operacional)	Elaborar o Programa de Inspeção e Teste, conforme diretriz do SGI-RMB.
	Gestão da Manutenção	Elaborar o Programa de Manutenção, conforme diretriz do SGI-RMB.
Melhoria Contínua	Controle de Itens Não Conformes e Tratamento de Não Conformidades	Conforme diretriz do SGI-RMB.
	Ação Corretiva e Sugestão de Melhoria	Conforme diretriz do SGI-RMB.
	Auditoria e Auto avaliação	Conforme diretriz do SGI-RMB.
Gestão Ambiental e Segurança	Licenciamento e Processos Radiológicos	Ver Requisitos Legais.
	Proteção Radiológica	Definir controle específico, caso a diretriz do SGI-RMB não atenda alguma especificidade.
	Segurança e Saúde no Trabalho	Conforme diretriz do SGI-RMB.
	Segurança Física	<ul style="list-style-type: none"> Definir controle específico complementar, caso a diretriz do SGI-RMB não atenda alguma especificidade. Ver Requisitos Legais

Fonte: autor da dissertação.

Como as informações sobre os rejeitos radioativos a serem gerados não são precisas, não foi possível classificar a instalação para o tratamento de rejeitos radioativos e nem listar todos os documentos que serão necessários para o licenciamento da UTAR. A tabela 6.2 deverá ser revisada quando da definição quantitativa e qualitativa desses rejeitos radioativos.

Seja para tratamento ou armazenamento de rejeito radioativo, convém ressaltar alguns aspectos que devem ser observados ao mapear um processo, definindo, sempre que possível:

- Quais são os objetivos, indicadores, metas e estratégia para atingi-los?

- Quais os envolvidos e suas responsabilidades?
- Quais são os requisitos a serem atendidos?
- Quais são as entradas do processo?
- Quais são as saídas do processo?
- Quais são as atividades ou etapas que compõe esse processo?
- Qual a infraestrutura para realização do processo?
- Quais os subprodutos gerados no processo (líquido, sólido e gasoso)?
- Quais os documentos e registros que suportam esse processo?

Cada processo, ao ser desenvolvido, deverá gerar uma documentação com foco permanente na avaliação dos aspectos ambientais, de segurança nuclear, proteção radiológica, qualidade e condições do trabalhador, seja para tratamento ou armazenamento de rejeito radioativo. Para cada processo deverá ser providenciado:

- a. Procedimentos gerenciais contendo informações sobre responsabilidades, segurança física e radiológica, relações com o sistema de gestão do Empreendimento RMB (SGI-RMB), descrição da instalação (tipo de acabamento das paredes, pisos, sistema de ventilação/exaustão, iluminação,...), equipamentos envolvidos, inclusive os de proteção radiológica, insumos utilizados, principalmente os de laboratório, etc...
- b. Procedimentos operacionais que descrevam claramente os pré-requisitos, ações de controle, a atividade em si, monitoramento e medição.
- c. Instruções de trabalho que detalhem cada etapa ou atividade que compõe um determinado processo.

7 CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas neste trabalho para propor um modelo de Sistema de Gestão Integrado para a Unidade de Tratamento e Armazenamento de Rejeito Radioativo (SGI-UTAR) permitiram concluir que:

(Quanto às Leis e regulamentos)

- O conjunto de leis e regulamentos define bem as responsabilidades legais pela UTAR e o Empreendimento RMB;
- Obter junto ao Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo o AVCB; e
- Ainda não está claramente estabelecido que tipo de empresa será adotado para o Empreendimento RMB. Esta decisão pode influenciar o SGI e afetar esse trabalho, uma vez que pode impactar na definição da organização e de algum requisito legal complementar.

(Quanto ao licenciamento e documentação específica)

- Está bem definido como é processo de licenciamento, seja pela CNEN ou pelo IBAMA, porém não os critérios;
- Os requisitos do RL do reator nuclear são mais restritivos e atendem a maioria dos requisitos do RL da UTAR;
- Não há definição clara nas resoluções e normas da CNEN de modelo ou estrutura para SG ou PGQ aplicável para a UTAR;
- Não fica clara a obrigatoriedade de aplicação da resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16) [5] para a UTAR; e
- Por falta de informação precisa, não foi possível classificar os laboratórios da UTAR que realizarão todo o tratamento dos rejeitos radioativos. Também os processos de tratamento e respectivos documentos deverão ser oportunamente definidos.

(Quanto ao SG proposto)

Diante do cenário atual da gestão, na visão mais holística adotada pela IAEA, ISO, BSI e outros organismos, este estudo direciona e recomenda que seja adotado um modelo de SGI muito mais robusto e “amigável” com os vários aspectos solicitados pela resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46].

Como citado no item 6.1.1, justifica-se a adoção do guia da IAEA, GS-G-3.3 [56], por atender os requisitos da Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], e abordar de forma mais específica as questões ligadas ao escopo do trabalho.

A aplicação do modelo proposto para o SGI-UTAR, resultado deste trabalho e que integra mais de um aspecto, permitirá que a UTAR esteja dotada de um SG robusto, com diretrizes e responsabilidades claramente definidas e alinhadas com o SGI do Empreendimento RMB, possibilitando:

- O atendimento aos requisitos legais e regulamentares
- A otimização dos recursos e esforços
- O estímulo de uma visão mais sistêmica e holística dos processos e atividades no Empreendimento RMB
- O reforço da cultura de segurança

Em adotando esta proposta, caberá ao responsável pelo SGI-UTAR, na oportunidade de sua implantação, verificar a necessidade ou não de documentos complementares às diretrizes estabelecidas no SGI-RMB, conforme relação apresentada na Tabela 6.2.

8 RECOMENDAÇÃO

- Como não está claro se a Resolução CNEN 15/99 (CNEN NN 1.16) [7], deve ser adotada para estruturar o SGQ e elaborar o PGQ de um depósito de rejeito radioativo, e também quanto à adoção do RL do reator como sendo o RL da UTAR, é recomendável uma consulta prévia a CNEN para que esta formalize a adoção ou não desse documento de referência. É importante ressaltar que as mudanças políticas afetam diretamente o quadro de técnicos da Comissão e, consequentemente, o parecer de cada um, uma vez que não há uma diretriz clara para questão de SGQ ou SGI para a instalação em questão.
- Solicitar atualização do item 7 no Anexo II da Resolução CNEN 168/14 (CNEN NN 8.02) [46], pois referencia a Resolução 027/2004 e que já foi substituída pela Resolução CNEN 164/14 (CNEN NN 3.01) [6].
- Recomendar à CNEN a adoção de Princípios para o Gerenciamento de Rejeitos Radioativos. O item 4.1.2.1 deste trabalho trás uma proposta para isso.
- No futuro, com informações mais específicas quanto à atividade e quais radionuclídeos serão manipulados pelos laboratórios da UTAR, definir, conforme Resolução CNEN 166/14 (CNEN NN 6.02) [45], qual é o grupo de instalação radiativa que pertencem e readequar, se necessário, algum documento para licenciamento, promovendo a atualização do SGI proposto, de forma a ter o menor impacto possível na sua estrutura.
- Na oportunidade de aplicação deste modelo, verificar se a norma ISO 45.001, que hoje está em elaboração e substituirá a OHSAS 18001, já foi publicada e rever a necessidade de adequação dessa proposta.
- Assim que for possível ter informações mais detalhadas e caracterizadas dos rejeitos radioativos a serem gerados no Empreendimento RMB, convém que os processos do SGI-UTAR propostos sejam revisados e readequados;
- Realizar um estudo detalhado de cada requisito do SG proposto, utilizando, entre todas as normas e guias comparados neste trabalho, aquele que for mais adequado. Recomenda que este detalhamento

também seja realizado após o mapeamento maior dos rejeitos radioativos a serem gerados no Empreendimento RMB.

- Acompanhar o desenvolvimento dos planos e programas para obtenção da LI junto ao IBAMA, fornecendo dados, quando solicitado.
- Acompanhar a obtenção do “habite-se” junto à Prefeitura de Iperó, fornecendo informações, se necessário.
- Acompanhar a elaboração dos planos do SGI-RMB, relacionados ao PMI.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] BRASIL, “Resolução CONAMA no 237, de 19 de dezembro de 1997 – Conselho Nacional do Meio Ambiente do IBAMA – Ministério do Meio Ambiente,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dezembro 1997. [Online]. Available: www.mma.gov.br. [Acesso em 13 março 2017].
- [2] BRASIL, “Lei no 10.308, de 20 de novembro de 2001. Dispõe sobre a seleção de locais, construção, licenciamento, operação, fiscalização, custos, indenização, responsabilidade civil e garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 novembro 2001. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].
- [3] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Glossário de segurança nuclear*, Rio de Janeiro: CNEN, 2015.
- [4] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Critérios de aceitação para deposição de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação*, Rio de Janeiro: CNEN, 2002 (CNEN NN 6.09, Resolução CNEN 012/02).
- [5] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Seleção e escolha de locais para depósitos de rejeitos radioativos*, Rio de Janeiro: CNEN, 1990 (CNEN NE 6.06, Resolução CNEN 014/89).
- [6] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Diretrizes básicas de proteção radiológica*, Rio de Janeiro: CNEN, 2014 (CNEN NN 3.01, Resolução CNEN 164/14).
- [7] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletricas e outras instalações*, Rio de Janeiro: CNEN, 2000 (CNEN NN 1.16, Resolução CNEN 017/00).
- [8] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Serviços de radioproteção*, Rio de Janeiro: CNEN, 1988 (CNEN NE 3.02, Resolução CNEN 010/88).

- [9] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Transporte de materiais radioativos*, Rio de Janeiro: CNEN, 1988 (CNEN NE 5.01, Resolução CNEN 013/88).
- [10] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Proteção física de unidades operacionais da área nuclear*, Rio de Janeiro : CNEN, 2011 (CNEN NE 2.01, Resolução CNEN 110/11).
- [11] H. GARCIA, “iDicionário aulete digital,” Lexikon Editora Digital, [Online]. Available: <http://www.aulete.com.br/estatuto>. [Acesso em 16 03 2017].
- [12] DICIO, “Dicionário online de português,” 7 GRAUS, [Online]. Available: <https://www.dicio.com.br>. [Acesso em 16 março 2017].
- [13] W. SANTOS, “Dicionário jurídico brasileiro,” Belo Horizonte: Del Rey Editora, 2001. [Online]. Available: <http://www.ceap.br/artigos/ART12082010105651.pdf>. [Acesso em 16 março 2017].
- [14] “Levantamento. Identificação de riscos acerca do gerenciamento seguro de rejeitos radioativos e de combustível nuclear usado. Determinações. Recomendações. Arquivamento.,” Acórdão do Tribunal de Contas da União - TC 024.258/2013-0, de 30/04/2014., 30 abril 2014. [Online]. Available: www.tcu.gov.br/consultas/juris/docs/judoc/acord/20140508/ac_1108_14_14_p.doc. [Acesso em 21 março 2017].
- [15] A. FREITAS, “Determinação dos requisitos relacionados ao produto,” Academia Platônica, 10 maio 2011. [Online]. Available: <http://academiaplatonica.com.br/2011/gestao/iso-90012008-7-2-1-determinacao-de-requisitos-relacionados-ao-produto/>. [Acesso em 16 março 2017].
- [16] “Wikipédia, a enciclopédia livre,” Wikimedia Foundation, 2015. [Online]. Available: [//pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Resolu%C3%A7%C3%A3o_\(direito\)&oldid=43348710](http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Resolu%C3%A7%C3%A3o_(direito)&oldid=43348710). [Acesso em 17 março 2017].
- [17] A. B. d. H. FERREIRA, *Novo aurélio século XXI. O dicionário da língua portuguesa*, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- [18] J. R. d. S. A. Renata S. de Santiago ALMEIDA, “A problemática do lixo,” [Online]. [Acesso em 28 agosto 217].

- [19] “3. A diferença entre lixo, resíduo e rejeito e como é feito o gerenciamento com a implantação da ISO 14001.,” Grupo Verde Ghaia, [Online]. Available: <http://www.vgresiduos.com.br/blog/bloga-diferenca-entre-lixo-residuo-e-rejeito>. [Acesso em 28 agosto 2017].
- [20] E. AKATU, “Pratique os oito R’s neste fim de ano.,” Instituto AKATU, [Online]. Available: www.akatu.org.br/noticia/pratique-os-oito-rs-neste-fim-de-ano. [Acesso em 28 agosto 2017].
- [21] BRASIL, “Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. , 03/08/2010.,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 agosto 2010. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].
- [22] A. B. D. N. TÉCNICA, “Resíduos sólidos – Classificação,” ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.. [Online].
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Principles of radioactive waste management*, Viena: IAEA, 1995 (IAEA Safety Series 111-F).
- [24] Department for Environment Food & Rural Affairs, *RSR : Principles of optimisation in the management and disposal of radioactive waste*, Bristol, UK: Environment Agency, 2010.
- [25] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.*, Rio de Janeiro: CNEN, 2014 (CNEN NN 8.01, Resolução CNEN 167/14).
- [26] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, “Armazenamento de rejeitos radioativos,” CNEN, 09 julho 2015. [Online]. Available: www.cnem.gov.br/armazenamento-de-rejeitos-radiativos. [Acesso em 13 março 2017].
- [27] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, “Programa política nuclear - PPA 2016 - 2019 e LOA 2016,” CNEN, Rio de Janeiro, 2016.
- [28] MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA & COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, “Estudo de impacto ambiental do reator multipropósito brasileiro.,” RMB, Rio de Janeiro., 2013.

- [29] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, “Relatório de impacto ambiental do reator multipropósito brasileiro,” CNEN RMB, Rio de Janeiro, 2013.
- [30] REATOR MULTIPROPÓSITO BRASILEIRO, “Capítulo 12: Proteção Radiológica e Gerenciamento de Rejeitos Radioativos,” em *Relatório Preliminar de Análise de Segurança do RMB*, São Paulo, RMB, 2015.
- [31] P. O. S. C. J. C. BITTENCOURT, *Hierarquia das leis*, Santa Catarina: UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina, 2013.
- [32] BRASIL, “Constituição da República Federativa do Brasil de 1988,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05 outubro 1988. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 15 março 2017].
- [33] BRASIL, “Lei no 4.118, de 27 de agosto de 1962. Dispõe sobre a política nacional de energia nuclear, cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 setembro 1962. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 15 março 2017].
- [34] BRASIL, “Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974. Altera a Lei nº 4.118, de 27/08/1962, e a Lei nº 5.740, de 1/12/1971, que criaram, respectivamente, a CNEN e a Cia. Brasileira de Tecnologia Nuclear, que passa a denominar-se NUCLEBRÁS, e dá outras providências,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 dezembro 1974. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 15 março 2017].
- [35] BRASIL, “Lei no 6.453, de 17 de outubro de 1977. Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 outubro 1977. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 15 março 2017].
- [36] BRASIL, “Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. , 02/09/1981,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 setembro 1981. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 15 março 2017].

- [37] BRASIL, “Resolução CONAMA no 001, de 23 de janeiro de 1986. Conselho Nacional do Meio Ambiente do IBAMA – Ministério do Meio Ambiente,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fevereiro 1986. [Online]. Available: www.mma.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].
- [38] BRASIL, “Lei no 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências.,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 fevereiro 1989. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].
- [39] BRASIL, “Lei no 7.781, de 27 de junho de 1989. Dá nova redação aos artigos 2º, 10 e 19 da Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974, e dá outras providências.,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 junho 1989. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].
- [40] BRASIL, “Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta Lei nº 6.902, de 27/04/81, e Lei nº 6.938, de 31/08/81, que dispõem, sobre criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e dá outras providên,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 junho 1990. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].
- [41] BRASIL, “Decreto no 5.935, de 19 de outubro de 2006, da Presidência da República. Promulga a Convenção Conjunta para o Gerenciamento Seguro de Combustível Nuclear Usado e dos Rejeitos Radioativos.,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 outubro 2006. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].
- [42] IPERÓ, “Lei complementar no 038, de 23 de outubro de 2008, da Prefeitura Municipal de Iperó. Institui o Código de Obras e Edificações do Município de Iperó e dá outras providências.,” Prefeitura Municipal de Iperó, São Paulo, SP, 23 outubro 2008. [Online]. Available: www.iperosp.gov.br. [Acesso em 13 junho 2017].
- [43] BRASIL, “Lei Complementar no 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios nas ações administ,” Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 dezembro 2011. [Online]. Available: www.planalto.gov.br. [Acesso em 14 março 2017].

- [44] SÃO PAULO, “Decreto no 56.819, de 10 de março de 2011, do Governo do Estado. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências.” Governo do Estado, São Paulo, SP, 10 março 2011. [Online]. Available: www.al.sp.gov.br. [Acesso em 13 junho 2017].
- [45] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Licenciamento das instalações radiativas.*, Rio de Janeiro: CNEN, 2014 (CNEN NN 6.02, Resolução CNEN 166/14).
- [46] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Licenciamento de depósitos de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.*, Rio de Janeiro: CNEN, 2014 (CNEN NN 8.02, Resolução CNEN 168/14).
- [47] INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, *Licença Prévia para o Empreendimento do RMB*, Brasília: IBAMA, 2015 (LP no 500).
- [48] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Autorização de Local para o Empreendimento RMB.*, Rio de Janeiro: CNEN, 2015 (Resolução nº 184 de 13 de janeiro).
- [49] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Licenciamento de instalações nucleares*, Rio de Janeiro: CNEN, 2002 (CNEN NE 1.04; Resolução CNEN 15/02).
- [50] SOUTH AFRICAN NUCLEAR ENERGY CORPORATION, “National Nuclear Regulator (NNR – África do Sul),” NECSA Soc Ltda, [Online]. Available: www.necsa.co.za/Necsa/Nuclear-Facts/Nuclear-Waste . [Acesso em 17 junho 2017].
- [51] EMPRESA NACIONAL DE RESIDUOS RADIATIVOS, “Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A.,” ENRESA, [Online]. Available: www.enresa.es/esp/inicio/calidad-seguridad-y-medio-ambiente/calidad. [Acesso em 18 maio 2017].
- [52] ESPANHA, “Consejo de Seguridad Nuclear,” Boletín Oficial del Estado, 08 novembro 2008. [Online]. Available: www.csn.es/documents/10182/27596/Instrucci%C3%B3n%20%20IS-19,%20de%2022%20de%20octubre%20de%202008,%20del%20Consejo%20de%20Seguridad%20Nuclear,%20sobre%20los%20requisitos%20del%20sistema%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20las%20instalaciones%20nucleares. [Acesso em 15 maio 2017].

- [53] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The management system for facilities and activities*, Vienna, Austria: IAEA, 2006 (GS-R 3).
- [54] CANADA, "Canadian Nuclear Safety Commission - Regulatory Documents," CNSC, [Online]. Available: nuclearsafety.gc.ca/eng/acts-and-regulations/regulatory-documents/index.cfm#R9. [Acesso em 17 maio 2017].
- [55] BRITISH STANDARDS INSTITUTION, *Specification of common management system requirements as a framework for integration*, England, London: BSI, 2012 (PAS 99).
- [56] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The management system for the processing, handling and storage of radioactive waste*, Vienna, Austria: IAEA, 2008 (GS-G-3.3).
- [57] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The management system for the disposal of radioactive waste*, Vienna, Austria: IAEA, 2008 (GS-G-3.4).
- [58] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Leadership and management for safety*, Vienna, Austria: IAEA, 2016 (GSR Part 2).
- [59] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos*, Rio de Janeiro: ABNT, 2015 (NBR ISO 9001:2015).
- [60] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *Sistema de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso*, Rio de Janeiro: ABNT, 2015 (NBR ISO 14001:2015).
- [61] DEPARTMENT OF ENERGY, *Quality Assurance Requirements and Description*, USA: DOE, 2008 (RW-0333-P Revision 21).
- [62] BRITISH STANDARDS INSTITUTION, *Occupational Health and Safety Management System – Requirements*, England, London: BSI, 2007 (OHSAS 18001).