

Amlton de Sousa Lins Junior

**MODELO DE UMA AGÊNCIA NAVAL DE SEGURANÇA NUCLEAR PARA O
CONTROLE RADIOLÓGICO DO COMPLEXO INDUSTRIAL DE CONSTRUÇÃO
E MANUTENÇÃO DO SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção da certificação de Especialista pelo Programa de Pós-Graduação em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas do Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Cesar Augusto Da Silva

Rio de Janeiro – Brasil

Instituto de Radioproteção e Dosimetria – Comissão Nacional de Energia Nuclear

Coordenação de Pós-Graduação

2017

Ficha Catalográfica

T

539.1.074.23

L735m

Lins, Amilton de Sousa Junior

Modelo de uma agência naval de segurança nuclear para o controle radiológico do complexo industrial de construção e manutenção do submarino com propulsão nuclear / Amilton de Sousa Lins Júnior. Rio de Janeiro: IRD/IAEA, 2017.

XII, 84 f.: il.; tab.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Cesar Augusto Da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização (Lato Sensu) em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas) – Instituto de Radioproteção e Dosimetria. 2017.

Referências bibliográficas: f. 69-72

1. Controle Radiológico 2. Autoridade Reguladora 3. Licenciamento Nuclear 4. Submarino com propulsão Nuclear 5. Proteção Radiológica I. Título

Amlton de Sousa Lins Junior

**MODELO DE UMA AGÊNCIA NAVAL DE SEGURANÇA NUCLEAR PARA O
CONTROLE RADIOLÓGICO DO COMPLEXO INDUSTRIAL DE CONSTRUÇÃO
E MANUTENÇÃO DO SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR**

Rio de Janeiro, 18 de Setembro de 2017.

Prof. Dr. Francisco Cesar Augusto Da Silva – IRD/CNEN

Prof. Dr. Paulo Fernando Lavalle Heilbron Filho - DIREJ/CNEN

Prof. Dr. Marcus Alexandre Vallim de Alencar - IRD/CNEN

O presente trabalho foi desenvolvido no Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear, sob a orientação de Prof. Dr. Francisco Cesar Augusto Da Silva.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora da Conceição por me iluminarem e por estarem comigo nos momentos de paz e nos momentos de aflição, sempre atendendo minhas preces, abençoando-me e me protegendo.

A minha esposa Patrícia e as minhas filhas Beatriz e Isabela por estarem ao meu lado sempre com ternura, amor, incentivo e companheirismo.

A minha Mãe e meus irmãos pelo carinho, amor e apoio em todos os momentos de minha vida.

Ao Professor Dr. Francisco Cesar Augusto Da Silva pelos valiosos ensinamentos, dedicação, orientação, paciência, amizade e disponibilidade em todos os momentos.

A Marinha do Brasil pela minha formação militar naval que me manteve focado em meu objetivo e pela oportunidade concedida para a participação no curso.

Aos Professores do IRD/CNEN pelos valorosos conhecimentos transmitidos através das disciplinas ministradas ao longo deste curso.

Aos amigos de turma por toda a colaboração e companheirismo ao transcorrer do curso,

A todos os amigos e familiares que de certa forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Devido a construção, pela Marinha do Brasil, de um Estaleiro de Construção e Manutenção de Submarino com Propulsão Nuclear, onde ocorrerá dentre outras atividades o comissionamento e a troca dos elementos combustíveis do reator existente no futuro Submarino Nuclear, e de uma Base Naval onde o Submarino Nuclear e os Submarinos Convencionais ficarão sediados, faz-se necessário a criação de uma Agência Naval de Segurança Nuclear para acompanhar as atividades envolvendo fontes de radiações ionizantes e materiais nucleares visando a proteção radiológica dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE), do público em geral e do meio ambiente. Cabe ressaltar que o material nuclear e radioativo estará presente apenas em uma parte do estaleiro denominada Complexo Radiológico. Logo, torna-se fundamental a elaboração de uma estrutura de controle para o Complexo Radiológico, tendo em vista que o futuro processo de licenciamento será inédito no Brasil e enfrentará diversas dificuldades. Este trabalho apresenta um modelo de estrutura para o controle radiológico do complexo industrial de construção e manutenção do submarino com propulsão nuclear, bem como os conceitos fundamentais das atividades, como inspeção, regulamentos e autorizações, a serem exercidas pelos diversos setores componentes da Agência Naval de Segurança Nuclear.

Palavras chaves: Autoridade Reguladora, Licenciamento Nuclear, Submarino com propulsão Nuclear, Proteção Radiológica.

ABSTRACT

Due to the construction, by Brazilian Navy, of a Submarine Construction and Maintenance Ship with Nuclear Propulsion, where, among other activities, the commissioning and exchange of the fuel elements of the reactor in the future Nuclear Submarine, and of a Naval Base where the Nuclear Submarine and the Conventional Submarines, it is necessary the establishment of a Nuclear Security Naval Agency to monitor activities involving ionizing radiation sources and nuclear materials aimed at the radiological protection of exposed occupationally individuals (IOE), the general public and the environment. It should be noted that nuclear and radioactive material will be present only in a part of the yard called Radiological Complex. Therefore, the development of a structure for the control of the Radiological Complex is fundamental, considering that the future licensing process will be unprecedented in Brazil and will face several difficulties. This work presents a model of a structure for the radiological control of the industrial complex for the construction and maintenance of the submarine with nuclear propulsion, as well as the fundamental concepts of the activities, such as inspection, regulations and authorizations, to be carried out by the various component sectors of the Nuclear Security Naval Agency.

Keywords: Regulatory Control, Nuclear Licensing, Nuclear Propulsion Submarine, Radiological Protection.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo.....	2
1.2. Justificativa	2
2. AMAZONIA AZUL	3
3. PROSUB	4
4. SUBMARINO	5
4.1. Submarino convencional	6
4.2. Submarino Nuclear	7
5. ESTALEIRO E BASE NAVAL DE CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DO SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR	9
5.1. Estaleiro e base naval (EBN).....	9
5.2. Complexo radiológico (CR).....	11
6. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)	12
6.1. Principais normas da CNEN para o licenciamento de instalações nucleares....	15
6.1.1. Licenciamento de Instalações Nucleares, NE 1.04.....	15
6.1.2. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, NE 3.01.....	18
6.1.3. Serviços de Radioproteção, NE 3.02.....	20
6.1.4. Controle de Materiais Nucleares, NN 2.02	22
6.1.5. Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas, NE 1.26.....	24
6.1.6. Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Nucleoelétricas, NE 5.02.....	26
7. ORGÃOS REGULADORES DE PAISES DETENTORES DE SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR	28
7.1. <i>Office nuclear regulatory UK (ONR)</i>	28
7.2. <i>Nuclear safety authority (Autorité de Sûreté Nucléaire – ASN) – French ..</i>	31
7.2.1. Atividades monitoradas pela ASN (ASN, 2017b).....	31
7.2.2. Organização (ASN, 2017c).....	33
7.2.3. A Comissão da ASN.....	34
7.3. <i>Federal environmental, industrial and nuclear supervision service of Russia (ROSTECHNADZOR)L</i>	35
7.3.1. Funções Básicas e Autoridades Especiais (ROSTECHNADZOR, 2017a)	35
7.3.2. Autoridades Principais do Serviço (ROSTECHNADZOR, 2017a).....	36
7.4. <i>United states nuclear regulatory commission (U.S.NRC)</i>	41

7.4.1. Missão da NRC (U.S.NRC, 2017a).....	41
7.4.2. Autoridade Legal (U.S.NRC, 2017a).....	42
7.4.3. Organizações e Funções (U.S.NRC, 2017a)	42
8. METODOLOGIA	45
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
9.1. Organograma	46
9.2. Responsabilidades e funções do órgão regulador.....	47
9.3. Departamento administrativo e financeiro.....	51
9.4. Departamento de Segurança e Radioproteção	51
9.4.1. Divisão de Licenciamento, Inspeção e Garantia da Qualidade.....	51
9.4.1.1. Autorização.....	51
9.4.1.2. Revisão e avaliação.....	52
9.4.1.3. Inspeção e execução.....	54
9.4.1.3.1. Inspeção	55
9.4.1.3.1.1. Preparação para uma inspeção.....	55
9.4.1.3.1.2. Procedimento de inspeção.....	56
9.4.1.3.1.2.1. Monitoramento individual.....	57
9.4.1.3.1.2.2. Documentação Administrativa.....	57
9.4.1.3.1.2.3. Fontes Radioativas.....	57
9.4.1.3.1.3. Relatórios de inspeção e descobertas	58
9.4.1.3.2. Execução.....	60
9.4.1.4. Garantia da Qualidade.....	61
9.4.2. Divisão de Normas e Regulamentos.....	61
9.4.2.1. Regulamentos gerais.....	62
9.4.2.1.1. Proteção e Segurança Radiológica de Fontes Radioativas	62
9.4.2.1.2. Descomissionamento.....	62
9.4.2.1.3. Transporte.....	63
9.4.2.1.4. Licenciamento.....	63
9.4.2.1.5. Preparação de Resposta a Emergência Radiológica.....	63
9.4.2.1.6. Gestão de Resíduos Radioativos.....	63
9.4.2.1.7. Serviço de Radioproteção.....	64
9.4.2.2. Regulamentos Específicos	64
9.4.2.2.1. Radiografia Industrial	64

9.4.3. Divisão de Reatores.....	64
9.4.4. Divisão de Respostas a Emergências	65
9.4.5. Divisão de Gerenciamento de Rejeitos Radioativos	66
9.5. Departamento de integração nacional	67
10. CONCLUSÃO	68
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área correspondente a Amazônia Azul (MARINHA DO BRASIL, 2017b)	4
Figura 2 – Desenho Esquemático do Submarino Convencional Brasileiro.....	6
Figura 3 – Desenho Esquemático do Submarino Nuclear Brasileiro.....	8
Figura 4 – Área norte da Base Naval (MARINHA DO BRASIL, 2017d)	9
Figura 5 - Estaleiro e Área Sul da Base Naval (MARINHA DO BRASIL, 2017d).....	10
Figura 6 – Projeto do Complexo Radiológico (MARINHA DO BRASIL, 2017d).....	12
Figura 7 - Estrutura Organizacional da CNEN (CNEN, 2017b).....	14
Figura 8 - Organograma Proposto para a Autoridade Reguladora.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Locais Licenciados para Defesa Nuclear – UK	30
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALARA – Tão baixa quanto razoavelmente exequível.

AOI – Autorização para Operação Inicial.

AOP – Autorização para Operação Permanente.

ASN – *Autorité de Sûreté Nucléaire*.

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear.

CR – Complexo Radiológico.

GPS – Sistema de Posicionamento Global.

IAEA – *International Atomic Energy Agency*.

IOE – Indivíduo Ocupacionalmente Exposto.

MD – Ministério da Defesa.

MNC – Materia não Contabilizado.

ONR – *Office Nuclear Regulatory*.

PROSUB – Programa de Desenvolvimento de Submarinos.

ROSTECHNADZOR – *Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service of Russian*.

RPAS – Relatório Preliminar de Análise de Segurança.

SN-BR – Submarino com Propulsão Nuclear Brasileiro.

SR – Serviço de Radioproteção.

SPR – Supervisor de Radioproteção.

UAMAN – Autorização para Utilização de Material Nuclear.

U.S.NRC – *United States Nuclear Regulatory Commission*.

1. INTRODUÇÃO

Brasil é um país de dimensões continentais, onde se observa uma costa com oito mil e quinhentos quilômetros de extensão. Através do mar, ocorrem diversas atividades econômicas como a pesca, o comércio exterior e a exploração de recursos biológicos e minerais, sendo o mar caminho de 95% de nossas exportações e importações e local de onde se é obtido cerca de 90% do petróleo nacional. A esta área detentora de tantas riquezas foi atribuída o nome Amazônia Azul, em analogia com os recursos daquela vasta região terrestre, representar sua equivalência com a área marítima (MARINHA DO BRASIL, 2017a).

Segundo a MARINHA DO BRASIL (2017b) “Há quem diga que o futuro da humanidade dependerá das riquezas do mar. Nesse sentido, torna-se inexorável o destino brasileiro de praticar sua mentalidade marítima para que o mar brasileiro seja protegido da degradação ambiental e de interesses alheios”.

Visando a proteção desse patrimônio natural e garantir a soberania brasileira no mar, O Governo Federal, por intermédio da Marinha do Brasil, investiu na expansão da força naval e no desenvolvimento da indústria da defesa. Parte fundamental para alcançar este objetivo foi o investimento denominado Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). A Estratégia Nacional de Defesa (2008), estabeleceu que o Brasil tivesse "força naval de envergadura", incluindo a incorporação de um submarino com propulsão nuclear. Neste mesmo ano, foi firmado um acordo de transferência de tecnologia entre Brasil e França com o intuito da construção de quatro submarinos convencionais, o primeiro submarino brasileiro com propulsão nuclear, um estaleiro de construção e manutenção de submarinos e de uma base naval (MARINHA DO BRASIL (2017c).

1.1. Objetivos

O objetivo deste trabalho é apresentar um Modelo de uma Agência Naval de Segurança Nuclear para o Controle Radiológico do Complexo Industrial de Construção e Manutenção do Submarino com Propulsão Nuclear.

Além disso, serão elaborados, neste trabalho, as funções básicas da estrutura da agência com foco na proteção radiológica e segurança de fontes nucleares e radioativas.

1.2. Justificativa

Com a crescente descoberta de recursos naturais nas águas jurisdicionais brasileiras, na região conhecida como Amazônia Azul, surge a necessidade de se ter meios operativos com capacidade de dissuasão, sendo o Submarino Nuclear a desempenhar de melhor forma este papel. Atualmente o Brasil não possui estaleiros capazes de construir estes meios operativos e nem bases navais capazes de prover os recursos que um submarino com propulsão nuclear necessita. Com isso, foi realizado pelo Governo Federal um alto investimento com o intuito de o país obter a tecnologia para projetar e construir um submarino com propulsão nuclear.

Como parte deste investimento, encontra-se em construção o estaleiro e a base naval de Itaguaí, que futuramente irá dar apoio aos diversos submarinos projetados pelo Brasil, e abrigará um local denominado Complexo Radiológico, que estará diretamente envolvido com materiais radiativos e nucleares, onde serão feitas todas as atividades de suporte para o submarino com propulsão nuclear. Logo a necessidade da criação de uma Agência Naval de Segurança Nuclear que realize o acompanhamento das atividades que envolvam fontes de radiações ionizantes e materiais nucleares é de fundamental importância para o apoio aos futuros processos de licenciamento do estaleiro e base naval.

2. AMAZONIA AZUL

A área referente a Amazônia Azul é de 3,5 milhões de quilômetros quadrados, mas há por parte do Brasil junto à Organização das Nações Unidas (ONU) a ampliação desta fronteira para os limites da Plataforma Continental, gerando um incremento de 1 milhão de quilômetros quadrados, totalizando uma área de 4,5 milhões de quilômetros quadrados, sendo este valor equivalente à metade de todo o território nacional (MARINHA DO BRASIL, 2017a).

Segundo a MARINHA DO BRASIL (2017d) “O mar brasileiro guarda imensas reservas de petróleo e gás, além de outros recursos não-vivos (sal, cascalhos, areias, fosforitas, crostas cobaltíferas, sulfetos e nódulos polimetálicos, entre outros) que representam importantes fontes de riquezas para o País, além de conter uma grande variedade de organismos marinhos de valor biotecnológico que possuem propriedades com amplas aplicações, principalmente nas áreas de fármacos, cosméticos, alimentos e agricultura.”

A Figura 1 apresenta as dimensões da Amazônia Azul onde se pode observar sua importância para o Brasil, pois segundo a MARINHA DO BRASIL (2017b) “com a ampliação da nossa Plataforma Continental e mais as áreas marítimas dos Arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo, somadas à área marítima das ilhas Oceânicas de Trindade e Martim Vaz, a área disponível para a exploração de riquezas e exploração científica (fundamental para o futuro da humanidade) se assemelha à atual superfície amazônica”, logo verifica-se a necessidade de proteger este patrimônio brasileiro.

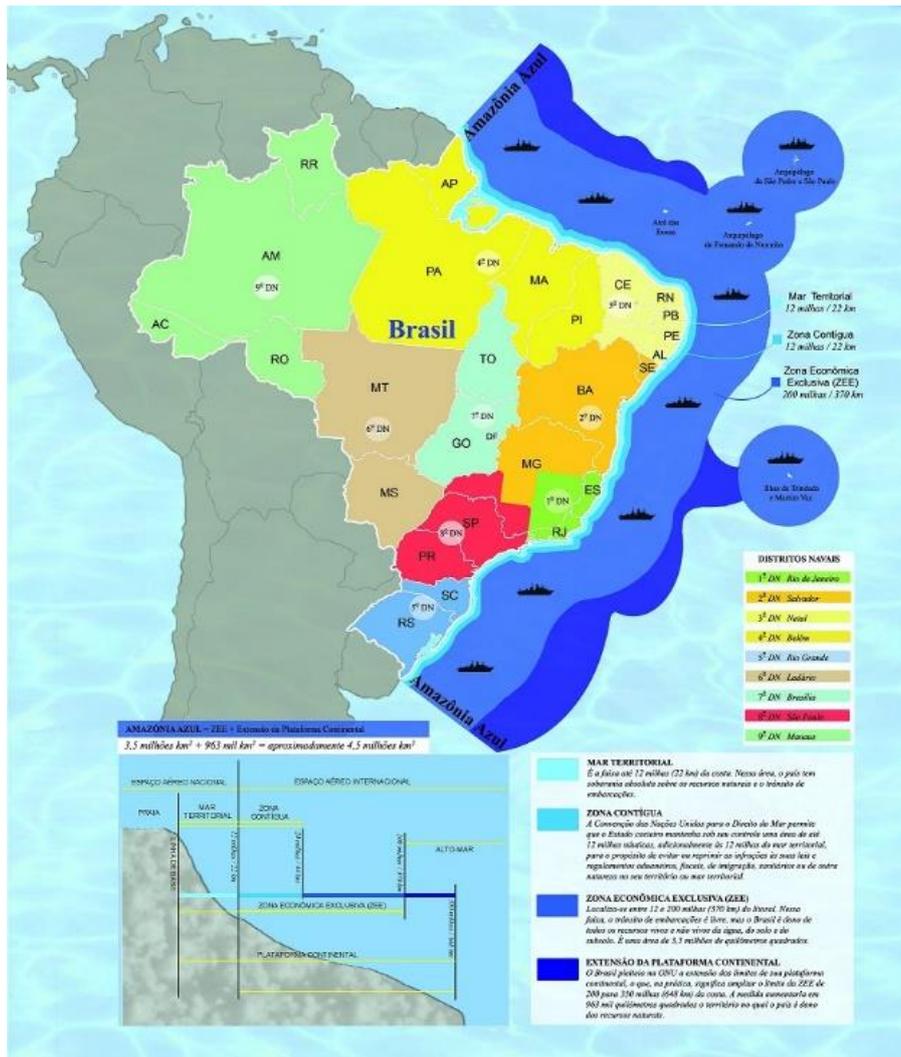


Figura 1 – Área correspondente a Amazônia Azul (MARINHA DO BRASIL, 2017b)

3. PROSUB

Segundo a ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA (2008) “ Brasil deverá ter uma força naval de envergadura incluindo submarinos com propulsão nuclear”. Com este pensamento a Marinha do Brasil lançou o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) cujo objetivo foi o investimento na expansão da força naval e no desenvolvimento da indústria da defesa, tendo sido firmado em 2008 um acordo de cooperação internacional com transferência de tecnologia entre França e Brasil para a construção de quatro submarinos com

propulsão convencional e um submarino com propulsão nuclear, todos construídos no Brasil, e ainda a construção de uma base naval e de dois estaleiros para apoio à operação dos novos meios. Cabe ressaltar que o PROSUB fortalecerá, ainda, setores da indústria nacional de importância estratégica para o desenvolvimento econômico do país (MARINHA DO BRASIL, 2017a, 2017c)

O Domínio da construção e operação de submarinos com propulsão nuclear é observada em apenas cinco países no mundo - Estados Unidos, Reino Unido, Rússia, França e China. Destes, sendo a França o único que concordou em transferir tecnologia ao nível requerido e capacitar os brasileiros a projetar e construir submarinos (MARINHA DO BRASIL, 2017c)

4. SUBMARINO

O Submarino é um meio operativo que opera submerso e é empregado em missões onde se é requerido a descrição e a ocultação para o sucesso da missão.

Sua capacidade de imersão ocorre devido ao peso da água deslocada, que cria uma força chamada Empuxo, e age em oposição à gravidade que puxa a embarcação para baixo. O submarino pode controlar a sua imersão em profundidades específicas alterando a quantidade de água presente em tanques existentes no submarino, denominados tanques de lastro.

Os submarinos navegam com a utilização de cartas náuticas e dispositivos de posicionamento global sofisticados, pois ao submergir não conta mais com a possibilidade de visualizar o seu rumo, estando virtualmente cego. Na superfície, eles utilizam um sistema de posicionamento global (GPS) que determina precisamente sua latitude e longitude, mas quando submersos, precisam empregar sistemas de orientação inerciais elétricos e mecânicos, que orientam a rota a partir de um ponto fixo inicial usando giroscópios.

Os submarinos podem ser classificados quanto a sua propulsão como convencionais e nucleares e os fatores que limitam o tempo de imersão dos submarinos são o suprimento de oxigênio, água e mantimentos, referentes à tripulação, e de geração de energia empregada na propulsão, no caso dos submarinos convencionais.

4.1. Submarino convencional

Nos submarinos convencionais, Figura 2, o sistema de propulsão é alimentado por energia elétrica armazenada em um conjunto de baterias existentes no meio operativo. Esse conjunto de baterias é recarregado sempre que necessário com a utilização de geradores diesel-elétricos.

Estes submarinos tem uma autonomia específica em suas missões, logo o tempo de uma jornada varia conforme a velocidade e as distâncias percorridas, pois a quantidade de combustível transportado para a utilização na carga das baterias é limitado sendo observada uma autonomia média de navegação em um submarino convencional de cinquenta dias (SUBMARINOS, 2014).

Esta autonomia não se limita apenas as apresentadas pelo meio operativas, mas também as relacionadas com as necessidades da tripulação, como: oxigênio, alimentação e fator psicológico.

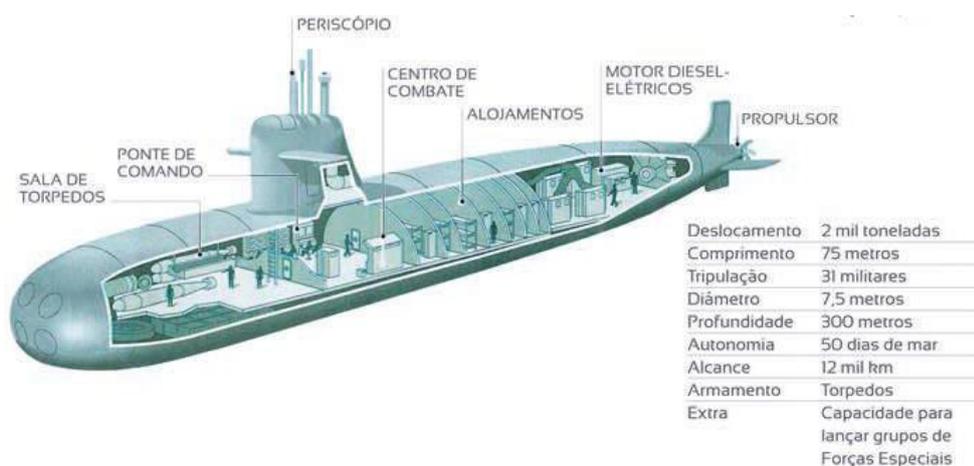


Figura 2 – Desenho Esquemático do Submarino Convencional Brasileiro (SUBMARINOS, 2014).

4.2. Submarino Nuclear

O submarino nuclear, levando em consideração o combustível, tem autonomia ilimitada, pois o seu sistema de propulsão depende diretamente do sistema de geração de energia termonuclear.

O reator instalado no submarino pode receber uma única carga de combustível que pode durar até 25 anos. O calor proveniente da fissão nuclear do combustível no reator é utilizado para aquecer água pressurizada em um circuito denominado primário. Esta água pressurizada e aquecida é utilizada para aquecer água em um circuito denominado secundário que vaporiza e é utilizada em um turbo-gerador para a produção de energia elétrica. A propulsão nuclear é o ideal para os submarinos por ser altamente compacto: uma pequena pastilha fornece muita energia, ficando a autonomia limitada apenas pela resistência física e psicológica das tripulações e estoque de mantimentos (SUBMARINOS, 2014).

A maior vantagem da propulsão nuclear quando comparada com a convencional é a possibilidade de operar submerso por vários meses, não sendo possível a adoção deste mesmo regime de missão em submarinos convencionais, pois há a necessidade destes se aproximarem da superfície para a captação de ar a ser utilizado nos motores a diesel que funcionam por combustão para a recarga das baterias, uma vez que todo o ar presente no interior do submarino deve ser guardado para a tripulação respirar.

Segundo a Marinha do Brasil, o primeiro submarino com propulsão nuclear brasileiro terá cerca de 100 m de comprimento, diâmetro de 9 metros, e uma capacidade de deslocamento de 6 mil toneladas. Poderá mergulhar a 350 metros de profundidade. Desenvolvido no Brasil, o reator PWR, de 48 MW térmicos, é equivalente ao utilizado nos submarinos franceses da classe Rubi e garantirá sua navegação à velocidade acima de 20 nós.

O SN-BR, submarino com propulsão nuclear brasileiro, deverá estar pronto até 2025. A planta de propulsão, em desenvolvimento pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, é simples: o vapor gerado pela combustão nuclear move uma turbina que aciona geradores elétricos para o

sistema de propulsão e para os demais serviços do submarino. Não há necessidade da engrenagem redutora, normalmente usada entre a turbina, de alta rotação, e o hélice. Isso faz com que o SN-BR seja bem mais silencioso aumentando o seu poder de ocultação (figura 3).

O combustível nuclear no SN-BR terá cerca de cinco anos de vida útil. Depois, será retirado de dentro do submarino, através de uma escotilha especial desenvolvida para que não haja a necessidade de corte no casco, com o auxílio de uma ponte rolante, será depositado na piscina de armazenamento, instalada no complexo radiológico no Estaleiro e Base Naval de Itaguaí.

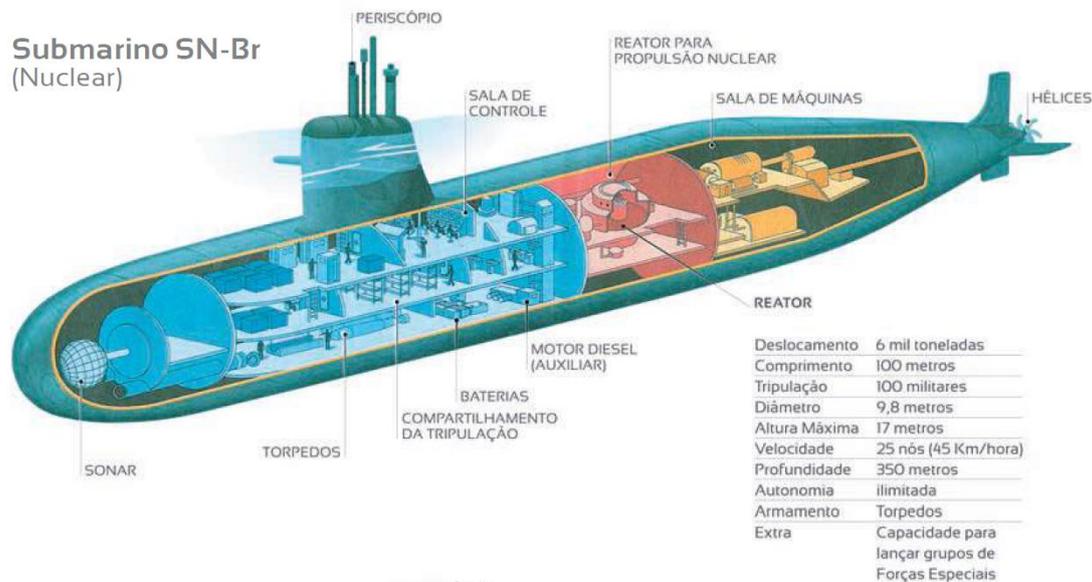


Figura 3 – Desenho Esquemático do Submarino Nuclear Brasileiro (SUBMARINOS, 2014).

5. ESTALEIRO E BASE NAVAL DE CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DO SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR

Em 2010 foram iniciadas o conjunto de obras que constitui a infraestrutura industrial de apoio ao PROSUB, cujo propósito é capacitar o Brasil a produzir e operar submarinos convencionais e com propulsão nuclear. O estaleiro naval é composto pela área norte da base naval, estaleiro e área sul da base naval, *shiplift* e complexo radiológico.

5.1. Estaleiro e base naval (EBN)

Na área norte da Base Naval estão o controle de acesso ao empreendimento, o terminal rodoviário, escritórios da área administrativa e um Batalhão de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica, totalizando uma área de 103 mil metros quadrados (MARINHA DO BRASIL, 2017e).

Pode ser visto na Figura 4 o local onde está sendo construída a Área Norte da Base Naval, onde se pode verificar o andamento das obras de construção.



Figura 4 – Área norte da Base Naval (MARINHA DO BRASIL, 2017e)

Será composta por dois estaleiros, um de construção e outro de manutenção, a base naval e o complexo radiológico. Pode ser observado na Figura 5 o Estaleiro e Área Sul da Base Naval e é nesta área onde irá ocorrer a montagem, lançamento, operação e manutenção dos submarinos (MARINHA DO BRASIL, 2017e)



Figura 5 - Estaleiro e Área Sul da Base Naval (MARINHA DO BRASIL, 2017e).

Para a construção do Estaleiro e da Base Naval foi escolhida a ilha da Madeira, localizada no município de Itaguaí-RJ, devido a facilidades observadas naquela localidade conforme relatadas por BOTELHO (2016), listadas abaixo:

- O fato da Ilha da Madeira ser banhada pela Baía de Sepetiba, região de mar de elevada profundidade, possibilitando a movimentação de navios de grande porte e possuir um contorno geográfico que permite uma maior segurança.
- Localização próxima a rodovia BR-101
- Próxima à Base Aérea de Santa Cruz, que dará apoio e suporte ao empreendimento;

- Próximo ao porto de Itaguaí, facilitando o recebimento de materiais por vias marítimas;
- Próxima a Nuclebrás Equipamentos Pesados S/A – NUCLEP, uma empresa única no Brasil, especializada em metalurgia pesadas, onde serão produzidas as partes estruturais mais complexas do submarino, como o casco resistente. Portanto, a proximidade com o EBN facilita a logística de transporte destes elementos pesados.

5.2. Complexo radiológico (CR)

Segundo a MARINHA DO BRASIL (2017e) “O complexo radiológico é a área em que serão feitas as trocas do combustível nuclear. Equivale a um prédio de 16 andares interligado a duas docas secas, específicas para os submarinos com propulsão nuclear e dois cais de apoio. Há ainda uma unidade móvel, feita em estrutura metálica, totalmente blindada, para acesso ao reator instalado dentro do submarino”.

O CR é situado dentro da área sul da base naval e é nele que estará localizado os materiais radioativos e nucleares, tais como: depósito de rejeitos, elementos combustíveis novos, etc. Este complexo contará também com duas docas secas onde serão realizadas as trocas de combustível nuclear. Esta troca será feita através de um “mobile”, unidade móvel e totalmente blindada para acesso ao reator nuclear do SN-BR (BOTELHO, 2016).

Pode se observar, na Figura 6, o Projeto do Complexo Radiológico.



Figura 6 – Projeto do Complexo Radiológico (MARINHA DO BRASIL, 2017e).

6. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) foi criada pela Lei no. 4.118, de 27 de agosto de 1962, e é vinculada ao ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação, com autonomia administrativa e financeira, com as seguintes finalidades institucionais (CNEN, 2017a):

- Colaborar na formulação da Política Nacional de Energia Nuclear;
- Executar ações de pesquisa, desenvolvimento, promoção e prestação de serviços na área de tecnologia nuclear e suas aplicações para fins pacíficos conforme disposto na Lei n 7.781, de 27 de junho de 1989; e
- Regular, licenciar, autorizar, controlar e fiscalizar essa utilização.

A Figura 7 apresenta o organograma da CNEN, onde se pode verificar de forma detalhada os diversos setores componentes do órgão, com destaque para as Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento e a Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear, pois são nestas Diretorias onde são concentradas as finalidades institucionais da CNEN.

Em relação a Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, são de sua competência de acordo com a CNEN (2017a):

- Planejar, orientar e coordenar a execução das atividades de pesquisa, de desenvolvimento, de aplicações e de inovação tecnológica e transferência de tecnologia relacionadas às áreas de tecnologia nuclear e de radiações ionizantes;
- Planejar, orientar e coordenar a execução das atividades de ensino voltadas para a formação e especialização técnico-científica do setor nuclear;
- Planejar, coordenar e executar as atividades de produção de radioisótopos, radiofármacos e produtos e serviços;
- Normatizar e gerir os convênios com atribuições na sua área de competência; e
- Executar a preparação e resposta a emergências radiológicas e nucleares no que se refere às ações fora da área de propriedade das instalações nucleares e radiativas.

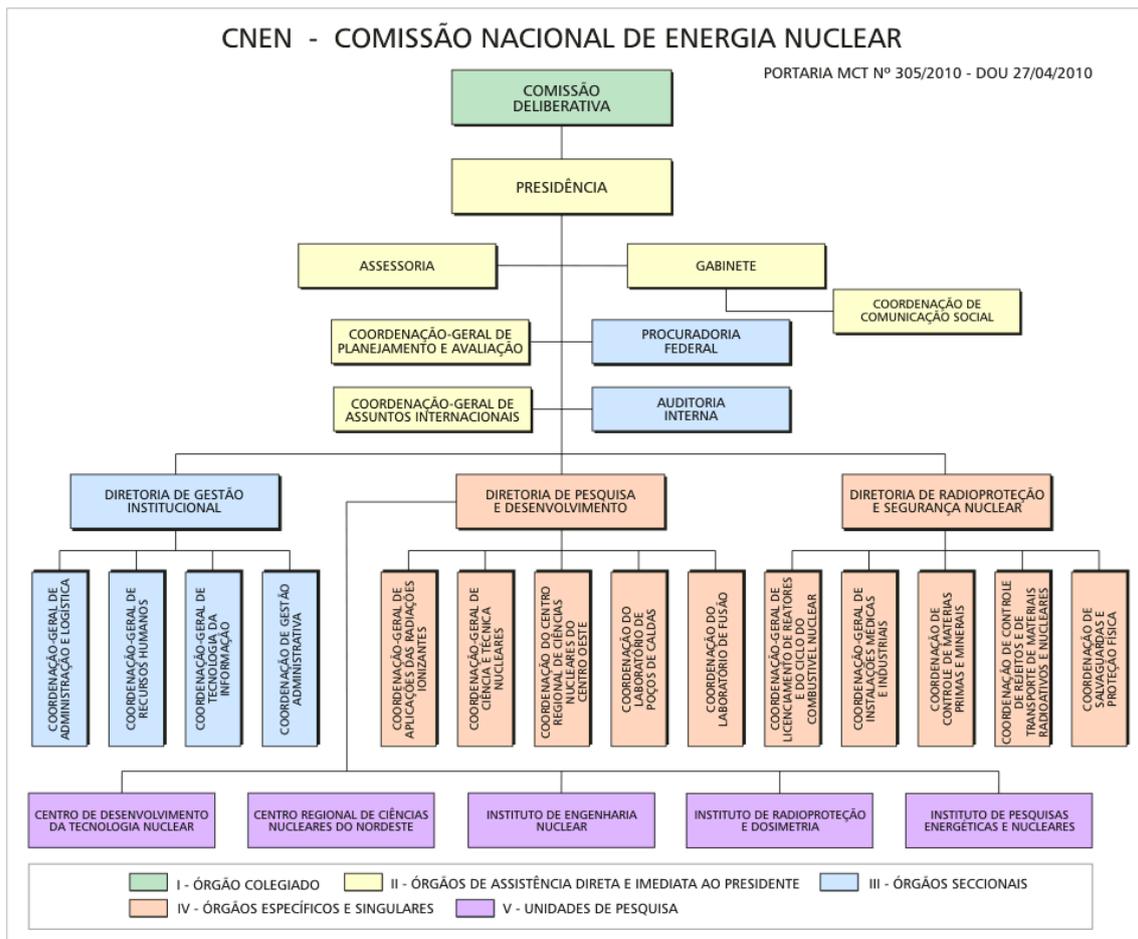


Figura 7. Estrutura Organizacional da CNEN (CNEN, 2017b).

Com relação as competências da Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear, pode-se destacar de acordo com a CNEN (2017a):

- Expedir normas, licenças e autorizações, fiscalizar e controlar:
- Exigir e fiscalizar a implementação de medidas de segurança radiológica dos trabalhadores, do público e do meio ambiente;
- Exigir que o operador de instalação nuclear ou radiológica realize estudos comprobatórios da segurança;
- Autorizar e credenciar profissionais ao exercício de atividades com material nuclear ou fonte radioativa e em instalação nuclear ou radiológica;
- Especificar os limites de dose de exposição à radiação ionizante, para população e para trabalhadores;

- Especificar as atividades, fontes e materiais radioativos para fins de exclusão, isenção ou dispensa de autorização ou de aplicação das normas de proteção radiológica;
- Determinar a suspensão de atividades nucleares ou radiológicas sem a devida autorização;
- Determinar o descomissionamento de instalações nucleares e radiológicas;
- Expedir notificações com exigência de regularização de atividades e instalações;
- Exigir e receber dos agentes regulados informações relativas às operações de produção, importação, exportação, beneficiamento, tratamento, processamento, transporte, transferência, armazenagem, estocagem, distribuição, destinação e comercialização de serviços e materiais sujeitos à sua regulação;
- Elaborar e aprovar planos de emergência nuclear e radiológica, de observância obrigatória para os agentes regulados, e orientar e colaborar tecnicamente com os órgãos encarregados do plano de emergência da defesa civil;
- Acompanhar, colaborar e fiscalizar a execução dos compromissos internacionais assumidos pelo país nas áreas de segurança nuclear e radiológica, proteção física e de salvaguardas; e
- Aplicar salvaguardas nos materiais e instalações nucleares;

6.1. Principais normas da CNEN para o licenciamento de instalações nucleares

6.1.1. Licenciamento de Instalações Nucleares, NE 1.04

Segundo a Norma NE 1.04 “Instalações nucleares são definidas como locais nos quais o material nuclear é produzido, processado, reprocessado, utilizado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da CNEN”. Estão compreendidos nesta definição:

- Reator nuclear;
- Usina que utilize combustível nuclear para produção de energia térmica ou elétrica para fins nucleares;
- Fabrica ou usina para a produção ou tratamento de materiais nucleares, integrante do ciclo do combustível nuclear;
- Usina de reprocessamento de combustível nuclear irradiado; e
- Depósito de materiais nucleares, não sendo incluído o local de armazenamento temporário utilizado durante o transporte.

O processo de licenciamento de uma instalação nuclear, segundo a norma NE 1.04, abrange as atividades relacionadas com localização, construção e operação, é dividida em seis etapas: Aprovação do local, Licença de Construção, Autorização para a Utilização de Materiais Nucleares, Autorização para a Operação Inicial, Autorização para Operação Permanente e Cancelamento de Autorização para Operação.

A solicitação de Aprovação do Local deve levar em consideração as características gerais de projeto e de operação da instalação proposta, a distribuição populacional no entorno da instalação, vias de acesso ao empreendimento existentes, distância aos centros populacionais no entorno do empreendimento, características físicas do local, incluindo a sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia, análise preliminar do potencial de influência da instalação no meio ambiente e um programa de monitoração ambiental pré-operacional.

A Licença de Construção deve ser acompanhada do Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS), onde são apresentadas a descrição e análise de segurança do local destinado a instalação, principalmente quanto as características que afetam o seu projeto e aos critérios para a seleção do local, e acompanhada do Plano Preliminar de Proteção Física.

A Autorização para a Utilização de Materiais Nucleares refere-se a comprovação de que a instalação está pronta para receber o material nuclear e que cumpriu o disposto na norma CNEN-NE-2.02 – Controle de Material Nuclear, Equipamento Especificado e Material Especificado.

A Autorização para Operação Inicial (AOI) será concedida quando a construção da instalação ter sido substancialmente concluída de acordo com as disposições legais, regulamentares e normativas vigentes e com as condições das licenças de construção e seus aditamentos, haver garantia suficiente de que a operação inicial pode ser conduzida sem risco indevido à saúde e à segurança da população como um todo e ao meio ambiente, estar o requerente tecnicamente qualificado para conduzir a operação solicitada, de acordo com as disposições legais, regulamentares e normativas, ter o requerente prestado a garantia financeira de que trata a Lei da Responsabilidade Civil por Danos Nucleares (Lei no 6.453/77, de 17/10/1977) e estar o requerente de posse da autorização para utilização de material nuclear.

A concessão da Autorização de Operação Permanente (AOP) ocorrerá quando a construção da instalação ter sido concluída de acordo com as disposições legais, regulamentares e normativas vigentes e com as condições das Licenças de Construção, Autorização para Operação Inicial, e seus aditamentos, não ter havido solução de continuidade quanto a questões de segurança, sob todos aspectos, entre o gerenciamento na fase da AOI e na nova fase da AOP, haver garantia suficiente de que a operação em caráter permanente pode ser conduzida sem risco indevido à saúde e à segurança da população como um todo e ao meio ambiente, ter o requerente prestado a garantia financeira de que trata a Lei da Responsabilidade Civil por Danos Nucleares (Lei no 6.453/77, de 17/10/77), estar o requerente da AOP de posse da Autorização para Utilização de Material Nuclear e estar o requerente tecnicamente qualificado para conduzir a operação solicitada, de acordo com as disposições legais, regulamentares e normativas.

A etapa de cancelamento da autorização deve prever a desmontagem da instalação e sua descontaminação.

Cabe ressaltar que de acordo com o item 1.2.1.1 da norma NE 1.04 “Excluem-se aquelas atividades relacionadas com reatores nucleares utilizados como fonte de energia em meio de transporte, tanto para propulsão como para outros fins”, no entanto como o CR engloba diversas atividades em terra ele é considerado uma instalação nuclear, optou-se por uma posição conservativa adotando os requisitos constantes na norma NE 1.04 para a avaliação do CR.

6.1.2. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, NE 3.01

A norma NE 3.01 estabelece os requisitos básicos de proteção que devem ser observados pelas empresas e indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) em relação a exposição a radiações ionizantes.

Segundo a norma NE 3.01 “Devem ser realizadas análises relativas à proteção radiológica e à segurança das fontes associadas às práticas em todas as ações e estágios envolvidos, desde a escolha do local até o descomissionamento ou até o fim do controle institucional, a fim de”:

- Identificar as situações em que possam ocorrer exposições normais e potenciais, levando em consideração os efeitos de eventos externos às fontes, que envolvam diretamente as fontes e/ou os equipamentos a elas associados; e
- Determinar a magnitude prevista das exposições normais e, quando razoável e exequível, estimar as probabilidades e os valores das exposições potenciais.

Para fins de monitoração e verificação do cumprimento dos requisitos de proteção radiológica, o titular, responsável legal pela instituição, estabelecimento ou instalação para a qual foi outorgada, pela CNEN, uma licença, autorização ou qualquer outro ato administrativo de natureza semelhante, deve dispor de

procedimentos e instrumentação suficientes e adequados. A instrumentação deve ser corretamente mantida e, quando aplicável, testada e calibrada em intervalos apropriados, usando-se como referência padrões rastreáveis aos padrões nacionais ou internacionais.

O titular deve manter registros dos resultados das monitorações e da verificação do cumprimento dos requisitos pertinentes, incluindo os registros dos testes e calibrações, de acordo com o especificado no Plano de Proteção Radiológica.

Os titulares e empregadores, pessoa física ou jurídica com responsabilidades e deveres reconhecidos com relação a seu empregado, estagiário, bolsista ou estudante, no seu trabalho ou treinamento, devido a um contrato ou outro acordo formal, devem manter registros de exposição para cada IOE, incluindo informações sobre:

- Fornecer monitoração individual dos serviços autorizados pela CNEN;
- A natureza geral do trabalho;
- As doses e as incorporações, quando iguais ou superiores aos níveis de registro pertinentes; e
- Os dados e modelos que serviram de base para as avaliações de dose.

Cabe ressaltar que a norma NE 3.01 apresenta os três princípios básicos da proteção radiológica: Justificação – Refere-se à exposição a radiações ionizantes só ocorrer quando produzir benefícios para a sociedade ou para o IOE, Otimização – Refere-se à exposição as radiações ionizantes ocorrerem de forma tão baixa quanto razoavelmente possíveis (ALARA) e Limitação de Dose – Refere-se as doses efetivas e equivalente que não devem ser excedidas.

6.1.3. Serviços de Radioproteção, NE 3.02

A norma NE 3.02 estabelece os requisitos básicos para a implantação e o funcionamento dos Serviços de Radioproteção (SR), devendo este serviço ter a autorização do titular para a execução das atividades de radioproteção e estar ligado diretamente à direção da instalação.

O SR deverá ser composto por um Supervisor de Proteção Radiológica e de um número de técnicos de nível superior e médio suficientes para a execução dos serviços.

O SR deverá possuir equipamentos para monitoração individual dos trabalhadores, monitoração da área, monitoração ambiental, ensaio de instrumentos, proteção pessoal (EPI's) e descontaminação externa de pessoas e superfícies.

A norma NE 3.02 estabelece os deveres do serviço de proteção radiológica, sendo estes deveres listados abaixo:

- Controle de trabalhadores.
- Controle de áreas.
- Controle do meio ambiente e da população.
- Controle de fontes de radiação e rejeitos.
- Controle de equipamentos.
- Treinamento de Trabalhadores.
- Registro de dados e preparação de relatórios.

O Controle dos Trabalhadores deve ser realizado através da monitoração individual, onde são verificados a utilização dos dosímetros individuais pelos IOE's quando estão executando atividades em áreas controladas e supervisionadas, devendo estes dosímetros serem especificados corretamente para o tipo de radiação a qual o IOE será exposto (raios-X, gama, nêutrons e beta) e as contaminações internas e externas as quais o IOE poderá ser exposto, através da Avaliação das Doses, onde deve ser realizado pelo SR

a avaliação das doses as quais os IOE's foram expostos bem como estimar as doses individuais a serem recebidas em exposições de rotina, e através da Supervisão Médica a ser realizada por um médico com experiência e conhecimentos relativos aos efeitos e terapêutica associados aos acidentes com radiações ionizantes.

O Controle de Áreas deverá contemplar a avaliação, classificação, controle de acesso, balizamento, sinalização, monitoração e descontaminação de áreas.

O Controle do Meio Ambiente e da População tem como objetivo a determinação das áreas ambientais sujeitas a contaminações, no presente momento ou em momentos futuros, sendo estes agentes contaminantes podendo se oriundos das instalações, sendo necessário a execução de um programa de monitoração ambiental que atenda a necessidade da instalação, do meio ambiente e das condições climáticas locais.

O Controle de Fontes de Radiação e Rejeitos deverá ser estabelecido em documento próprio, aprovado pelo Supervisor de proteção Radiológica (SPR), onde serão descritos os procedimentos para o uso, manuseio, acondicionamento, transporte e armazenamento de fontes de radiação, em conformidade com a norma NE 3.02 e com normas específicas.

O Controle de Equipamentos se refere a identificação, sinalização, registro, inspeção, calibração, aferição, ajuste, manutenção e descontaminação dos mesmos, devendo estes equipamentos serem controlados como instrumentos para a medição de radiações ionizantes, instrumentos para o processamento, coleta e análise de amostras e equipamentos destinados à proteção de trabalhadores.

O Treinamento dos Trabalhadores será de responsabilidade o SPR, devendo este executar um de programa de treinamento para os trabalhadores, em conformidade com o Plano de Radioproteção, com a contínua avaliação de sua eficácia em relação às condições radiológicas da instalação e grau de aprendizagem dos trabalhadores.

O Registro de Dados do SR deverá ser mantido atualizado em um sistema centralizado de registros relativo à sua estrutura, Plano de Radioproteção, procedimentos, regulamentos, funções, atividades, trabalhadores, áreas da instalação, meio ambiente e população, fontes de radiação, rejeitos, equipamentos e treinamentos dos trabalhadores.

6.1.4. Controle de Materiais Nucleares, NN 2.02

Segundo a norma NN 2.02 “Para que uma instituição possa se habilitar à utilização de material nuclear, a mesma deve requerer, à CNEN, uma Autorização para Utilização de Material Nuclear (AUMAN)”. A concessão da AUMAN está condicionada, à satisfação pelo requerente, dos seguintes critérios:

- Ser, o requerente, tecnicamente qualificado para utilizar o material nuclear na atividade proposta; e
- Atender aos dispositivos constantes da Norma CNEN - NE - 1.04 - “Licenciamento de Instalações Nucleares”.

Na norma NN 2.02 é contemplada as regras para a transferência de materiais nucleares em território nacional, podendo ser de forma regular, quando prevista na operação da instalação, ou não-regular.

Com referência ao Sistema de Controle de Material Nuclear, em instalações e outros lugares, deve consistir de áreas de balanço de material, dispositivos de contenção e equipamentos de vigilância, sistemas de medição, registros e relatórios, identificação de perdas e determinação do material não contabilizado e outros procedimentos aplicáveis.

As instalações e outros lugares deverão efetuar inventários físicos a fim de se determinar o Material Não Contabilizado (MNC). A frequência e os procedimentos para a realização do inventário físico deverão ser estabelecidos no respectivo Manual de Aplicação.

Segundo a norma NN2.02 “O usuário deve estabelecer, manter e executar os seguintes procedimentos para a realização de um inventário físico”:

- Descrição das funções e responsabilidades do pessoal envolvido no inventário;
- Especificação da necessidade ou não, de interrupção das atividades na área de balanço de material, bem como da retirada de material nuclear do processo;
- Localização, listagem e identificação de cada item de inventário;
- Definição dos métodos de medidas;
- Medição da quantidade de material nuclear e isótopos físséis associados a cada item de inventário, excetuando-se aqueles itens para os quais a validade da medida anteriormente feita puder ser assegurada pelo uso de dispositivos de contenção ou equipamentos de vigilância, quando poderão ser mantidos por técnicas de amostragem;
- Ajuste dos registros ao inventário físico e determinação do MNC.

As instalações que utilizam materiais nucleares deverão confeccionar relatórios rotineiros e remetê-los a CNEN para acompanhamentos dos materiais nucleares. Os seguintes relatórios e listas devem ser confeccionados segundo a norma NN 2.02 estão abaixo listadas com as definições constantes na norma em questão.

- Relatório de Variação de Inventário: Este relatório deverá indicar todas as variações de inventário ocorridas em cada área de balanço de material e qualquer ajuste ou correção das variações de inventário. Além disso, para cada lote deverá ser especificado no mínimo:
- Relatório de Balanço de Material: Este relatório deverá mostrar o balanço de material nuclear, por categoria, baseado no inventário físico de todos os materiais nucleares presentes em cada área de balanço de material, num determinado momento.

- Lista de Inventário Físico: Esta lista deverá ser remetida à CNEN juntamente com o Relatório de Balanço de Material, contendo no mínimo e em separado para cada lote, a identificação dos materiais e os dados do lote.
- Nota Concisa: Esta nota deve detalhar as informações consideradas relevantes conforme especificado no Manual de Aplicação e ser enviada, em anexo, aos Relatórios de Variação de Inventário, Relatórios de Balanço de Material, ou Listas de Inventário Físico. Esta nota também pode ser enviada independentemente destes relatórios.
- Relatórios Especiais: Eventos que não se enquadram nos anteriormente descritos, como roubo e perda de fontes.

6.1.5. Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas, NE 1.26

A norma NE 1.26 estabelece os requisitos mínimos para a operação de usinas Nucleoelétricas de forma segura, garantindo a população e o meio ambiente a inexistência de riscos.

A norma NE 1.26 contempla os critérios que a organização operadora deverá atender e estabelecer antes do início do comissionamento e da operação das instalações nucleoelétricas. Abaixo são listados os critérios que estão detalhados nesta norma e devem ser realizados pela organização operadora:

- Deverá estabelecer Instruções e procedimentos para a operação segura da usina, obedecendo às seguintes especificações técnicas: limites de segurança; valores limites de ajuste dos dispositivos técnicos de segurança; condições limites para operação; requisitos de inspeções e testes periódicos; controles administrativos e efluentes radioativos;
- Deverá estabelecer um programa detalhado de testes antes do comissionamento da usina;
- Deverá estabelecer uma estrutura organizacional com número suficiente de gerentes e pessoal qualificados, técnica e administrativamente, e de tal forma preparados visando a consciência da importância da cultura de segurança;

- Deverá estabelecer, por escrito, os deveres e responsabilidades de todas as funções do pessoal envolvido na operação da usina, bem como o número de pessoal qualificado necessário para o desenvolvimento dessas funções;
- Deverá assegurar que as instruções e procedimentos de operação de sistemas e componentes importantes para a segurança estejam estabelecidos por escrito;
- Deverá adotar um programa de manutenção, testes, exames e ensaios e inspeções periódicas nas instalações da usina e estes devem ser estabelecidos por escrito;
- Deverá atuar nas atividades associadas com manuseio dos elementos combustíveis;
- Deverá estabelecer procedimentos para as modificações ou alterações técnicas de projeto de estruturas, sistemas e componentes;
- Deverá estabelecer Plano de Proteção Radiológica para assegurar que as atividades envolvendo exposição de pessoal à radiação sejam planejadas, supervisionadas e executadas para manter as exposições segundo o princípio ALARA;
- Deverá estabelecer um programa de gerenciamento de rejeitos radioativos e de liberação de efluentes;
- Deverá elaborar um Plano de Emergência Local, para atender a situações de emergência que possam conduzir a uma liberação significativa de material radioativo para o meio ambiente;
- Deverá estabelecer um Programa de Garantia de Qualidade para o comissionamento e operação da usina, abrangendo todas as atividades que possam influenciar na qualidade e na operação segura da usina, de acordo com a norma CNEN-NE-1.16;
- Deverá implementar um Programa de Proteção Física, de acordo com a norma CNEN-NE-2.01;
- Deverá estabelecer um Programa de Proteção contra Incêndio, a ser elaborado e implementado de acordo com a norma CNEN-NE-2.03.

Cabe ressaltar que há diferenças entre os reatores utilizados em instalações de terra e dos utilizados em embarcações, pois as estruturas dos navios e submarinos estão em constante movimento devido as deformações impostas pelos esforços hidrodinâmicos sobre o casco que é transmitido por toda a estrutura, o que não ocorre nas instalações de terra. Logo as especificações técnicas devem ser diferentes para os reatores utilizados em navios e submarinos.

6.1.6. Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Nucleoelétricas, NE 5.02

A norma NE 5.02 aplica-se ao trabalho do indivíduo ou organização que participe de atividades de transporte, recebimento, armazenagem e manuseio de elementos combustíveis de usinas nucleoelétricas, tendo como princípios fundamentais evitar danos aos elementos combustíveis, evitar criticalidade accidental, proporcionar radioproteção ao pessoal da instalação e ao público em geral e evitar a liberação de material radioativo e/ou radiação acima dos limites estabelecidos pela CNEN.

O transporte de elementos combustíveis devem atender requisitos especificados pela CNEN, estando abaixo listados os principais:

- Os equipamentos para o transporte devem ser compatíveis com os recipientes carregados;
- Os recipientes carregados devem ser protegidos contra danos accidentais causados durante o transporte;
- Os recipientes devem ser analisados antes de ocorrer o carregamento, com o objetivo de verificar se estes se encontram limpos e em condições de uso;
- Os recipientes encontram-se com a identificação dos elementos combustíveis transportados;

- As temperaturas superficiais e a pressão interna dos recipientes devem ser monitoradas onde aplicável;

Durante o recebimento, os seguintes itens devem ser observados:

- Deve ser verificado se a documentação está completa e correta;
- Deve-se realizar uma inspeção nos recipientes, antes da abertura, com o objetivo de verificar se não há danos externos ou ao selo de lacre e se não há contaminação superficial com material radioativo e após a abertura, para verificação da existência de danos internos ao recipiente e a integridade dos elementos combustíveis; e
- Caso haja não-conformidades durante a inspeção de recebimento, estas devem ser registradas, o fornecedor deve ser notificado e ações corretivas devem ser adotadas.

As instalações de armazenagem de elementos combustíveis devem ser estruturalmente capazes de suportar, tanto as cargas impostas sob operação normal como aquelas devidas a condições de acidente. As áreas de armazenagem de elementos combustíveis devem satisfazer os seguintes requisitos: não serem usadas como acesso a outras áreas, terem o acesso controlado e limitado ao pessoal autorizado, serem mantidas limpas e desobstruídas, permitirem facilmente a saída em casos de emergência, serem proibidas para uso e guarda de alimentos e bebidas e possuírem locais e equipamentos apropriados para a descontaminação.

A área destinada ao manuseio de elementos combustíveis devem ser controlada e o acesso limitado ao pessoal designado pela organização responsável e deve atender os seguintes requisitos:

- Percurso do elemento combustível, no recebimento e no carregamento, o mais curto possível;
- Previsão de evacuação rápida de emergência;

- Previsão de espaço físico suficiente para permitir o manuseio do elemento combustível;
- Disponibilidade de área para descontaminação dos equipamentos do sistema de manuseio;
- Acessibilidade aos equipamentos do sistema de manuseio para fins de inspeção e manutenção;
- Previsão de locais para colocação segura dos componentes do núcleo e estruturas associadas, a serem removidos para permitir o manuseio do elemento combustível.

7. ORGÃOS REGULADORES DE PAISES DETENTORES DE SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR

7.1. Office Nuclear Regulatory UK (ONR)

O gabinete de Regulação Nuclear no Reino Unido regula de forma independente trinta e sete instalações nucleares licenciadas, incluindo os reatores nucleares, instalações de ciclo do combustível, gerenciamento de resíduos, descomissionamento de instalações nucleares e setor nuclear de defesa. Além disso, ocorre a regulação dos projetos e construção de novas instalações nucleares, transporte de materiais nucleares e radioativos e serviços de inspeção voltados para a salvaguarda de materiais nucleares e radioativos (ONR-UK, 2016).

O Gabinete de Regulação Nuclear do Reino Unido atua na regulação de atividades nas seguintes áreas:

- Usinas nucleoeletricas;
- Reatores nucleares voltados para atividades diferentes da geração de energia
- Produção e reprocessamento de combustível nuclear
- Desmantelamento de reatores nucleares;
- Projeto e construção de novas instalações nucleares; e

- Instalações voltadas para a Defesa territorial (licenciados e não licenciados).

Há sete locais destinados a defesa territorial com licenciamento que são operados em apoio ao Programa Nuclear de Defesa do Reino Unido. Estes locais fornecem e mantem ogivas nucleares utilizadas na dissuasão além de apoiar a frota da marinha do Reino Unido, incluindo: fabricação de elementos combustíveis para os submarinos, construção e comissionamento de submarinos com propulsão nuclear, teste dos reatores dos submarinos, reparo dos submarinos e seu descomissionamento (tabela 1).

Os locais destinados a defesa territorial não licenciados realizam atividades relacionadas a energia nuclear, mas estas estão isentas da regulação da ONR, estando sob o controle do Ministério da Defesa do Reino Unido (MD). Nestes locais a regulação da segurança nuclear e das radiações ionizantes são realizadas em conjunto entre a ONR e o Órgão Regulador de Segurança de Defesa Nuclear, pertencente ao MD.

A Tabela 1 apresenta os locais onde há o licenciamento emitido pela ONR para os trabalhos ligados à área nuclear, onde pode-se verificar as atividades desenvolvidas em cada um dos locais, como a produção de combustível nuclear, a construção de reatores e a construção e manutenção de submarinos com propulsão nuclear.

Tabela 1 – Locais Licenciados para Defesa Nuclear - UK

LOCAL	OPERADOR	ATIVIDADES
Estabelecimento Armas Atômicas, <i>Aldermaston, Berkshire</i>	AWE plc	Fabrica e mantém as ogivas para o submarino britânico de dissuasão nuclear.
Estabelecimento Armas Atômicas, <i>Aldermaston, Berkshire</i>	AWE plc	Fabrica, mantém e desmantela as ogivas para o submarino do Reino Unido de dissuasão nuclear.
<i>Rolls Royce Marine Power Operations Limited, Derby, Derbyshire (two sites)</i>	<i>Rolls Royce Marine Power Operations Limited</i>	Realiza a fabricação de combustível nuclear para reatores submarinos. Eles também operaram um reator de pesquisa naval de baixa energia. Estes locais são licenciados separados com um único operador.
<i>Devonshire Dock Complex, Barrow in Furness, Cumbria</i>	<i>BAE Systems Marine Limited</i>	Realiza atividades de construção e comissionamento de submarinos. Atualmente, os submarinos assassinos caçadores <i>Astute Class</i> estão sendo construídos lá para a <i>Royal Navy</i> .
<i>Devonport Royal Dockyard Limited, Plymouth, Devon</i>	<i>Devonport Royal Dockyard Limited</i>	Realiza a manutenção e reabastecimento dos submarinos da <i>Royal Navy</i> . As modificações da planta e dos locais estão sendo progredidas atualmente, que permitirão que futuras atividades de reparo sejam realizadas em submarinos assassinos de caçada.
<i>Rosyth Royal Dockyard Limited, Fife</i>	<i>Rosyth Royal Dockyard Limited</i>	A maioria das instalações nucleares foram desarmadas, deixando apenas um pequeno estoque de resíduos radioativos. Os submarinos desatualizados são armazenados em Rosyth fora do local licenciado, mas ocasionalmente são trazidos para o local licenciado para que o trabalho seja realizado.

7.2. Nuclear Safety Authority (Autorité de Sûreté Nucléaire – ASN) - French

A Autoridade de Segurança Nuclear da França (ASN), uma autoridade administrativa independente criada pela lei 2006-686, de 13 de junho de 2006, sobre transparência e segurança nuclear (conhecida como "Lei TSN") é encarregada, em nome do Estado, de regulamentar a segurança nuclear e proteção contra radiações para proteger trabalhadores, pacientes, público e meio ambiente dos riscos envolvidos em atividades nucleares. Também contribui para informar os cidadãos (ASN, 2017a).

A ASN participa na supervisão da segurança nuclear e da proteção contra radiações, a fim de proteger os trabalhadores, os pacientes, o público e o meio ambiente dos riscos relacionados às atividades nucleares e contribui para fornecer informações ao público, desempenhando os seus deveres em conformidade com quatro valores: competência, independência, rigor e transparência (ASN, 2017b).

A ASN visa proporcionar uma supervisão efetiva, imparcial, legítima e credível das atividades nucleares, reconhecida como tal pelos cidadãos e constituindo uma referência internacional (ASN, 2017b).

7.2.1. Atividades monitoradas pela ASN (ASN, 2017b)

A primeira usina nuclear da França foi construída em 1956, mas a energia nuclear não desempenhou um papel importante no setor energético do país até a crise do petróleo na década de 1970. Hoje, 78,4% da eletricidade da França, ou 450 TWh, é produzida a partir da energia nuclear. A França também é um dos poucos países que possuem todas as facilidades para converter, enriquecer, fabricar, processar e reciclar materiais nucleares.

A indústria de energia nuclear francesa é composta por uma variedade de instalações:

- Centrais nucleares: as 19 centrais nucleares que operam atualmente na França foram construídas no mesmo modelo. Todos os reatores usam a mesma tecnologia em que a água pressurizada transporta o calor produzido por reações nucleares. As usinas nucleares consistem em 58 reatores, incluindo 34 que produzem, individualmente, 900 MegaWatts (MWe) de energia elétrica. Há também vinte reatores de 1300 MWe e cada um dos quatro reatores restantes fornece 1450 MWe. Um reator europeu de água pressurizada de 1600 MWe (EPR) está atualmente em construção em Flamanville.
- Usinas de ciclo de combustível: fornecem todas as operações para a produção de eletricidade nuclear de extração de minério de urânio para fabricação de combustível (front-end) e de seu uso em um reator até seu processamento e reciclagem até sua disposição final (back-end). Estas instalações estão localizadas em cinco sites em cinco departamentos franceses diferentes. A França escolheu uma estratégia de "ciclo fechado" para a gestão do combustível nuclear, o que significa que o combustível nuclear é reprocessado após o uso em um reator. O reprocessamento tem dois objetivos: extrair elementos (urânio e plutônio) que podem ser usados novamente para a fabricação de combustível nuclear e embalar resíduos finais de uma forma compatível com a eliminação a longo prazo.

Além das atividades voltadas para a geração de energia, há a regulação de áreas da indústria que utilizam as radiações ionizantes conforme descrito abaixo:

- Irradiação industrial para esterilização de dispositivos médicos e preservação de alimentos;
- Radiografia industrial utilizada em técnicas de inspeção não destrutivas, como a radiografia de gama para inspeção de defeitos nas soldas;

- Parâmetros de monitoramento (poeira no ar, peso base do papel, nível de fluido, densidade ou umidade do solo, registro, etc.);
- Rastreadores radioativos, particularmente em pesquisas onde são incorporados em moléculas como ferramenta de investigação em biologia celular e molecular;
- Medição de desgaste, detecção de vazamentos e fricção, construção de modelos hidrodinâmicos e em hidrologia;
- Geradores elétricos de raios X para inspecionar recipientes de mercadorias ou em programas de radiografia de explosão.

7.2.2. Organização (ASN, 2017c)

A ASN é composta por uma comissão de 5 comissários, um escritório do diretor-geral, 8 departamentos, um Escritório de Administração, um gabinete de gestão e especialização e 11 divisões regionais.

As divisões regionais da ASN conduzem suas atividades sob a autoridade dos representantes regionais nomeados pelo presidente da ASN. Eles representam o presidente da ASN nas regiões e contribuem para o papel de informação pública da ASN. As divisões realizam a maioria das inspeções diretas, do transporte de material radioativo e de atividades nucleares de pequena escala.

Em situações de emergência, as divisões auxiliam o préfet (num departamento, representante do Estado designado pelo Presidente) do departamento (região administrativa liderada por um préfet), responsável por proteger as populações e supervisionar as operações no local para tornar a instalação segura, se for acessível ou não constituir um perigo.

7.2.3. A Comissão da ASN

A Comissão define a política geral de segurança nuclear e de proteção contra radiações da ASN.

Os comissários executam seus deveres com total imparcialidade e não recebem instruções do governo ou de qualquer outra pessoa ou instituição, executando suas funções em regime de tempo integral, com mandato de seis anos não renovável.

Um membro só pode ser dispensado das suas funções se não for capaz de executá-las ou em caso de demissão devidamente confirmada por maioria dos comissários em reunião da Comissão. O Presidente da República também pode dispensar um membro da Comissão das suas funções em caso de violação grave das suas obrigações.

A Comissão toma decisões e emite pareceres, publicado no Boletim Oficial da ASN, define a política de relações externas da ASN, tanto a nível nacional como internacional e define a política de regulamentação da ASN. Sendo de responsabilidade do Presidente a nomeação de inspetores de segurança nuclear, inspetores de proteção contra radiações, inspetores de segurança convencionais nas usinas de energia nuclear e oficiais encarregados de verificar o cumprimento dos requisitos aplicáveis aos recipientes sob pressão.

A Comissão deverá abrir um inquérito posterior a um incidente ou acidente. Ele redige o relatório sobre segurança nuclear e proteção contra radiações na França. Seu presidente apresenta as atividades da ASN às comissões competentes da Assembleia Nacional e do Senado, bem como ao Gabinete Parlamentar de Avaliação de Escolhas Científicas e Tecnológicas, elabora os regulamentos internos da ASN e nomeia seus representantes para o Alto Comitê de Transparência e Informação sobre Segurança Nuclear.

7.3. Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service of Russia (ROSTECHNADZOR)

7.3.1. Funções Básicas e Autoridades Especiais (ROSTECHNADZOR, 2017a)

O Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear da Rússia (Rostechnadzor) é um órgão executivo federal que exerce funções de elaboração e implementação da política estadual e controle regulatório / legal na esfera de atividades estabelecida, e no âmbito da supervisão industrial e nuclear, funções de controle e supervisão no domínio da segurança do trabalho relacionado com o uso do subsolo, segurança industrial, segurança em usos de energia atômica (exceto atividades de desenvolvimento, fabricação, teste, operação e eliminação de armas nucleares e instalações de energia nuclear militar), segurança de instalações e redes elétricas e térmicas (exceto instalações e redes domésticas), segurança de estruturas de engenharia hidráulica (exceto estruturas de engenharia hidráulica navegável e supervisão de instituições de governo local), segurança de produção, armazenamento e aplicação de explosivos industriais e especiais funciona no campo da segurança do Estado na esfera acima mencionada.

O Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear é:

- Um corpo autorizado de regulação de segurança em usos de energia atômica (um órgão de supervisão estatal federal no campo de usos de energia atômica);
- Um organismo autorizado no domínio da segurança industrial (um órgão de supervisão estatal federal no domínio da segurança industrial);
- Um órgão estatal de supervisão da mineração;
- Um órgão federal de supervisão do poder do estado;
- Um órgão de engenharia civil do estado federal;

- Um órgão regulador ao abrigo da Convenção sobre Segurança Nuclear e a Convenção Conjunta sobre Segurança da Gestão do Combustível Desfeito e sobre a Segurança da Gestão de Resíduos Radioativos, bem como um órgão competente da Federação Russa, nos termos da alteração à Convenção sobre a Proteção Física da Nuclear Material.

O Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear exerce suas atividades diretamente ou através de seus escritórios territoriais em coordenação com os outros órgãos executivos federais, órgãos executivos dos territórios constituintes da Federação Russa, instituições do governo local, associações sociais e outras organizações.

7.3.2. Autoridades Principais do Serviço (ROSTECHNADZOR, 2017a)

O Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear exerce controle e supervisão de:

- Observância dos códigos e normas no domínio dos usos de energia atômica, termos e condições de licenças (licenças) que autorizam atividades no campo de usos de energia atômica;
- Nuclear, radiação, industrial e segurança contra incêndio (em instalações de energia atômica);
- Proteção física de instalações nucleares, fontes de radiação, material nuclear e instalações de armazenamento de substâncias radioativas, sistemas de conta de estado unificada e controle de materiais nucleares, substâncias radioativas e resíduos radioativos;
- Implementação das obrigações internacionais da Federação Russa no domínio da segurança nos usos da energia atômica;
- Cumprimento dos requisitos de segurança industrial em design, construção, operação, preservação e liquidação de instalações de produção perigosas, fabricação, instalação, ajuste, manutenção e reparo

de dispositivos técnicos aplicados em instalações de produção perigosas e transporte de substâncias perigosas em instalações de produção perigosas;

- Observância, dentro da sua competência, de requisitos de segurança na indústria de energia;
- Condução segura de trabalho ligada ao uso do subsolo;
- Observância dos requisitos de segurança contra incêndios nas instalações subterrâneas e durante operações de explosão;
- Observância pelos proprietários de estruturas de engenharia hidráulica e organizações operacionais (exceto as estruturas de engenharia hidráulica navegável e aqueles sob supervisão das instituições de governo local) de códigos de segurança e padrões de estruturas de engenharia hidráulica;
- Observância, dentro da sua competência, dos requisitos da lei da Federação Russa no domínio da gestão de resíduos radioativos;
- Repatriação atempada de conjuntos de combustíveis irradiados de reatores nucleares e produtos de sua regeneração ao estado do fornecedor com o qual a Federação Russa concluiu um contrato internacional que fornece importação à Federação Russa de conjuntos de combustível irradiado de reatores nucleares com o objetivo de armazenamento e regeneração temporária de processos sob a condição de repatriamento de produtos de regeneração (dentro da sua competência);
- Observância, dentro de sua competência, durante o projeto, construção, reconstrução, revisão de edifícios e estruturas, requisitos de eficiência energética, requisitos de disponibilidade de instrumentos contábeis de recursos de energia usados;
- Observância, dentro da sua competência, por proprietários de edifícios e estruturas não residenciais no processo de operação de requisitos de eficiência energética impostas a tais edifícios e estruturas, requisitos de disponibilidade de instrumentos contábeis de recursos de energia usados;
- Observância de pessoas jurídicas cujo capital autorizado tenha uma participação (contribuição) da Federação Russa, um território constituinte da Federação Russa, ou uma formação municipal superior a 50% e / ou

em relação à qual a Federação Russa, um território integrante da Federação Russa ou uma formação municipal tem o direito de dispor, direta ou indiretamente, mais de 50% do número total de votos das ações com direito a voto que constituem capitais autorizados de tais pessoas jurídicas, por empresas estatais e municipais unitárias, instituições estatais e municipais, empresas estatais, corporações estatais e também pessoas jurídicas cujo imóvel ou mais de 50% das ações do capital autorizado pertençam a empresas estatais, do requisito de adoção de programas no domínio da eficiência energética ou melhoria da eficiência energética;

- Realização de inspeção de energia obrigatória no período de tempo estabelecido; e
- Observância dos requisitos das regulamentações técnicas na esfera de atividade estabelecida.

De acordo com a lei da Federação Russa, o Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear exerce o licenciamento de atividades no campo de usos da energia atômica, bem como o licenciamento de outros tipos de atividades referentes à competência do Serviço.

O Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear autoriza:

- Realizar atividades no campo de usos da energia atômica para os trabalhadores de instalações de energia atômica;
- Aplicar tipos concretos de dispositivos técnicos em instalações de produção perigosa;
- Operar estruturas de engenharia hidráulica supervisionada;
- Realizar emissões e descargas de substâncias radioativas no meio ambiente;
- Aplicar explosivos industriais e conduzir o trabalho com os referidos materiais.

Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear:

- Estabelece padrões de emissões máximas admissíveis de substâncias radioativas no ar atmosférico e padrões de descargas admissíveis de substâncias radioativas em massas de água;
- Registra instalações de produção perigosas e mantém o registro estadual dessas instalações;
- Realiza cheques (inspeções) de observância por pessoas físicas e jurídicas dos requisitos da lei da Federação da Rússia, atos legais regulatórios, normas e regras na esfera de atividade estabelecida.

Ao Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear compete a confecção de:

- Manuais de qualificação de cargos de gerentes e especialistas (funcionários) que definem requisitos de qualificação para trabalhadores autorizados a realizar trabalhos no campo de usos de energia atômica;
- Listas de produtos de radioisótopos cuja importação e exportação não exigem licenças;
- Regras de funcionamento das estruturas de engenharia hidráulica;
- Limites de áreas restritas de instalações de rede de energia.

O Serviço Federal de Supervisão Ambiental, Industrial e Nuclear:

- Organiza e apoia a função do sistema de controle de instalações de energia atômica em caso de acidentes;
- Cria, desenvolve e suporta a função do sistema automatizado de informações e serviços analíticos, também para fins do sistema automatizado de estado unificado para monitorar a situação da radiação no território da Federação Russa;

- Como parte do sistema estatal unificado para prevenção e mitigação de emergências, administra as atividades dos subsistemas funcionais que controlam instalações perigosas e explosivas, bem como instalações perigosas e nucleares;
- De acordo com o procedimento estabelecido pela lei da Federação Russa, coloca ordens e faz contratos estaduais, bem como outros acordos civis e legais sobre entrega de bens, execução de trabalho e facilitação para necessidades estatais na esfera de atividade estabelecida;
- Provoca a conclusão da conformidade de uma instalação construída, reconstruída ou reparada de construção de capital com os requisitos das regulamentações técnicas e documentação de projeto;
- Aprova as declarações de segurança das estruturas de engenharia hidráulicas supervisionadas executadas no estágio de operação e desmantelamento de uma estrutura de engenharia hidráulica, bem como após sua reconstrução, revisão, reabilitação ou preservação;
- Generaliza a prática da aplicação da lei da Federação Russa na esfera de atividade estabelecida;
- Desenvolve, aprova e elabora manuais de segurança em usos de energia atômica (dentro de sua competência);
- Participa de atividades de acreditação no campo de usos de energia atômica;
- Programa funções do administrador principal e do destinatário dos fundos do orçamento federal fornecido para manter o Serviço e realizar as funções encarregadas do Serviço;
- Organiza a recepção dos cidadãos, garante que os inquéritos verbais e escritos dos cidadãos sejam revistos e resolvidos de forma atempada e completa, e as respostas são dirigidas aos candidatos num prazo estabelecido pela lei da Federação Russa;
- Fornece, dentro da sua competência, a proteção das informações que constituem o segredo de Estado;

- Fornece atividades de preparação do Serviço, bem como controlar e coordenar as ações das organizações jurisdicionais em sua atividade de preparação;
- Programa o arranjo e a conduta da defesa civil no Serviço, bem como o controle e coordenação da atividade das organizações jurisdicionais sobre a impugnação de suas autoridades no campo da defesa civil;
- Organiza treinamento profissional, reciclagem, treinamento avançado e liberdade condicional dos trabalhadores do Serviço;
- De acordo com o procedimento estabelecido, coopera com os órgãos de poder estatais de estados estrangeiros e organizações internacionais na esfera de atividade estabelecida;
- De acordo com a lei da Federação Russa, implementa atividades de aquisição, armazenamento, conta e utilização de documentos de arquivo gerados durante o processo de atividade do Serviço;
- Programar outras autoridades na esfera de atividade estabelecida quando essas autoridades estão previstas pelas leis federais, legais e regulatórias do Presidente da Federação Russa ou do Governo da Federação Russa.

7.4. *United States Nuclear Regulatory Commission (U.S.NRC)*

7.4.1. *Missão da NRC (U.S.NRC, 2017a)*

O NRC licita e regula o uso civil da Nação de materiais radioativos para proteger a saúde e a segurança públicas, promover a defesa e a segurança comuns e proteger o meio ambiente. Especificamente, o NRC regula as usinas comerciais de energia nuclear; reatores de pesquisa, teste e treinamento; instalações do ciclo do combustível nuclear; e a uso de materiais radioativos em ambientes médicos, acadêmicos e industriais.

A agência também regula o transporte, o armazenamento e a eliminação de materiais e resíduos radioativos, e licenças de importação e exportação de materiais radioativos. Enquanto o NRC apenas regula indústrias nos Estados Unidos, a agência trabalha com agências de todo o mundo para melhorar a segurança e segurança nuclear global.

7.4.2. Autoridade Legal (U.S.NRC, 2017a)

A Lei de Reorganização Energética de 1974 criou o NRC da Comissão de Energia Atômica. A nova agência era supervisionar - mas não promover - A indústria nuclear comercial. A agência iniciou suas operações em 18 de janeiro de 1975. Os regulamentos da NRC podem ser encontrados no Título 10, "Energia", do Código de Regulamentos Federais (10 CFR).

O NRC, seus licenciados (aqueles licenciados pelo NRC para usar materiais radioativos) e os Estados Contratantes (Estados que assumem autoridade reguladora sobre o uso de certos materiais nucleares) compartilham a responsabilidade de proteger a saúde pública, a segurança e o meio ambiente. Os regulamentos federais e o programa regulatório da NRC são fundamentais, mas a responsabilidade principal pelo manejo e uso seguro desses materiais cabe aos licenciados.

7.4.3. Organizações e Funções (U.S.NRC, 2017a)

A Comissão do NRC é composta por cinco membros nomeados pelo Presidente e confirmados pelo Senado dos EUA por prazo de 5 anos. O presidente designa um membro para servir como presidente. O Presidente atua como o principal diretor executivo e porta-voz da agência. Os termos dos membros são escalonados para que um mandato do Comissário vença em 30 de junho de cada ano. Nada mais do que três Comissários podem pertencer ao mesmo partido político.

A Comissão formula políticas e regulamentos que regem a segurança dos reatores nucleares e dos materiais, emite ordens aos licenciados e julga questões legais. O Diretor Executivo de Operações realiza as políticas e decisões da Comissão e dirige as atividades do programa e dos escritórios regionais. O NRC tem cerca de 3.600 funcionários e um orçamento anual de cerca de US \$ 1 bilhão.

O NRC tem sede em *Rockville*, Md., E tem quatro escritórios regionais. Os Escritórios Regionais realizam inspeção, execução (em conjunto com o *Office of Enforcement*), investigação, licenciamento e programas de resposta de emergência. Pelo menos dois funcionários do NRC, chamados de Inspetores Residentes, são designados e funcionam fora de cada usina de energia nuclear. O NRC também possui um Centro de Treinamento Técnico no *Tennessee*.

Os principais escritórios do programa dentro do NRC incluem:

- Regulamento do *Office of Nuclear Reactor*. Manipula todas as atividades de licenciamento e inspeção para reatores de energia nucleares existentes e pesquisas e testes de reatores.
- O Escritório de Reatores Novos. Supervisiona o design, localização, licenciamento e construção de novos reatores comerciais de energia nuclear.
- O Escritório de Segurança Nuclear e Resposta a Incidentes. Supervisa a política de segurança da agência para instalações nucleares e usuários de materiais radioativos. Ele fornece uma proteção e interface de segurança com outras agências federais e mantém o programa de preparação para emergências e resposta a incidentes da agência.
- O Escritório de Segurança e Salvaguardas de Materiais Nucleares. Regula as atividades e supervisiona o quadro regulamentar para a produção segura e segura de combustível nuclear comercial e o uso de materiais nucleares em aplicações médicas, industriais, acadêmicas e comerciais; atividades de recuperação de urânio; e o desmantelamento de instalações nucleares que operavam anteriormente. Ele regula o armazenamento seguro, o transporte e a eliminação de resíduos

radioativos de alto e baixo nível e combustível nuclear gasto. O escritório também trabalha com agências federais, Estados e governos tribais e locais em questões de regulamentação.

- O Escritório de Pesquisa Regulatória Nuclear. Fornece conhecimentos e informações independentes para fazer julgamentos regulatórios atempados, antecipando problemas de potencial significado de segurança e resolvendo problemas de segurança. Ele ajuda a desenvolver regulamentações e padrões técnicos e coleta, analisa e divulga informações sobre a segurança de usinas comerciais de energia nuclear e certos materiais nucleares.

Três grupos independentes servem a Comissão:

- Comitê Consultivo sobre Salvaguardas de Reatores, mandatado por lei, é um comitê de cientistas e engenheiros independentes da equipe do NRC. Eles analisam e fazem recomendações à Comissão sobre todos os pedidos de construção e operação de reatores de energia nuclear, os aspectos de segurança das instalações nucleares e a adequação de padrões de segurança. Isso inclui alterações de licença de atualização e renovações de licenças.
- O Comitê Consultivo sobre os Usos Médicos dos Isótopos é formado por médicos e cientistas que consideram questões médicas e, quando solicitado, dão pareceres de especialistas ao NRC sobre os usos médicos de materiais radioativos.
- Painel do Conselho de Segurança e Licenciamento Atômico fornece uma maneira para o público obter uma audiência completa e justa sobre questões nucleares civis. Indivíduos que são diretamente afetados por ações de licenciamento envolvendo certas instalações que produzem ou usam materiais nucleares podem apresentar um pedido para participar de uma audiência perante esses juízes independentes.

8. METODOLOGIA

Será elaborado um Modelo de uma Agência Naval de Segurança Nuclear para o Controle Radiológico do Complexo Industrial de Construção e Manutenção do Submarino com Propulsão Nuclear, estabelecendo as funções básicas dos principais setores que a irão compor. Para a concepção da Agência Naval foi feito primeiramente um estudo das Autoridades Reguladoras dos países detentores de Submarinos com propulsão Nuclear, das normas da CNEN e das recomendações da IAEA.

Após a conclusão detalhada do referido estudo, foi elaborado um organograma contendo os setores de relevância para uma Agência Naval de Segurança Nuclear, bem como as funções atribuídas a cada um desses setores.

Por fim, serão apresentadas as principais conclusões em relação aos resultados desenvolvidos no trabalho e serão apresentadas algumas recomendações de aprofundamento e continuação do trabalho.

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de fontes de radiações ionizantes de forma segura depende da existência de uma linguagem legal e de uma Infraestrutura, incluindo um órgão regulador nacional com atribuições, funções e responsabilidades bem definida.

A estruturação do Órgão Regulador é de fundamental importância para o correto funcionamento do mesmo e a garantia da manutenção da segurança não só na utilização de fontes de radiações ionizantes, mas também das atividades envolvendo a logística das fontes radioativas, gestão de rejeitos, salvaguarda de materiais radioativos e respostas a emergências.

9.1. Organograma

A Figura 8 apresenta o organograma da Agência Naval de Segurança Nuclear concebido com base nas recomendações da IAEA listadas nas referências do presente trabalho.

O organograma foi concebido com foco em contemplar todas as atividades voltadas a regulação de fontes industriais, uma vez que não só as atividades descritas são necessárias para a correta utilização das fontes de radiações ionizantes de forma segura, mas atividades adicionais ligadas a utilização das fontes são necessárias estão descritas a seguir.

Atividades como Transporte de Materiais Radioativos, Gerenciamento de Rejeitos Radioativos e Respostas a Emergências Radiológicas são fundamentais para prover o apoio necessário as atividades médicas e industriais, uma vez que se deve garantir o correto transporte das fontes, aos locais de utilização, e a destinação dos rejeitos radioativos de modo a evitar que potenciais acidentes aconteçam, caso alguma fonte seja descartada em locais onde o acesso de pessoas que desconhecem os riscos potenciais destes materiais, quando a utilização de maneira incorreta possa acontecer.

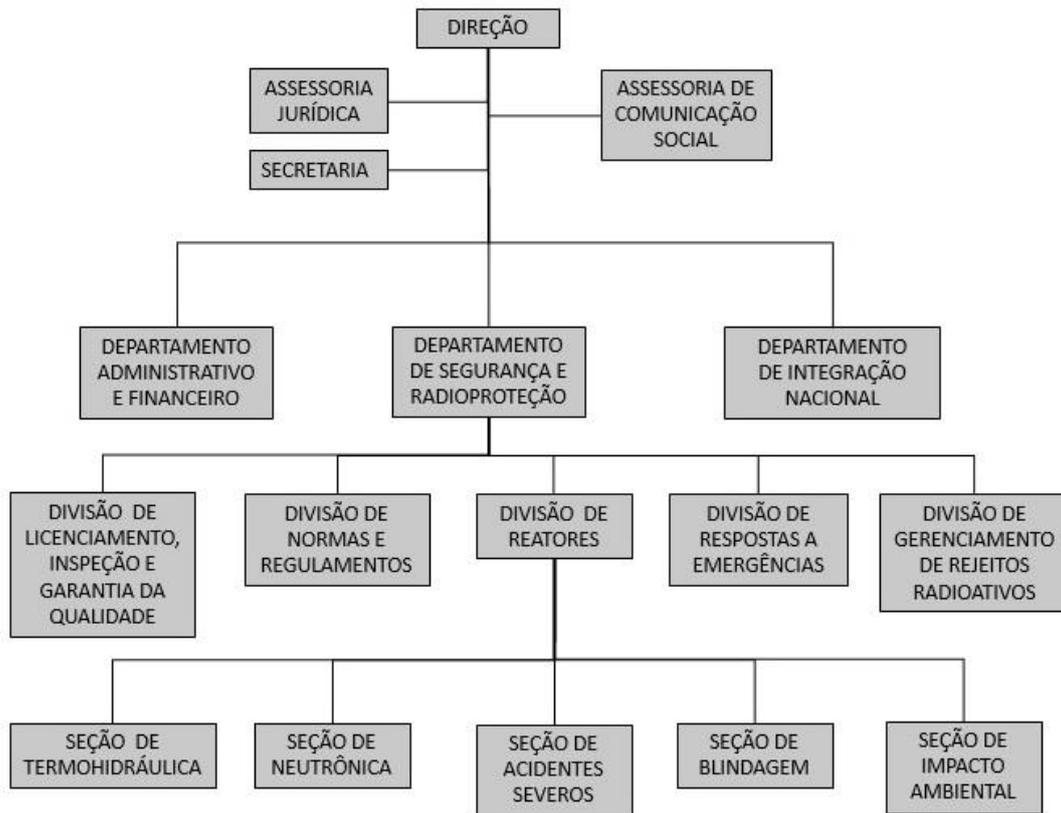


Figura 8. Organograma Proposto para a Agência Naval de Segurança Nuclear.

9.2. Responsabilidades e funções do órgão regulador

Para cumprir suas obrigações legais, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve definir políticas, princípios de segurança e critérios associados como base para suas ações reguladoras.

Ao cumprir suas obrigações legais, a Agência Naval de Segurança Nuclear:

- Deve estabelecer, promover ou adotar regulamentos e guias sobre os quais suas ações regulatórias se baseiam;

- Deve rever e avaliar os envios sobre a segurança dos operadores antes da autorização e periodicamente durante a operação conforme necessário;
- Preveem a emissão, alteração, suspensão ou revogação de autorizações, sujeitas a quaisquer condições necessárias, que sejam claras e inequívocas e que especifiquem:
 - As instalações, atividades ou inventários de fontes abrangidas pela autorização;
 - Os requisitos para notificar o órgão regulador de quaisquer modificações em aspectos relacionados à segurança;
 - As obrigações do operador em relação à sua instalação, equipamento, fontes de radiação e pessoal;
 - Quaisquer limites de operação e uso (como limites de dose ou de descarga, níveis de ação ou limites na duração da autorização);
 - Critérios de condicionamento para o processamento de resíduos radioativos para as instalações de gestão de resíduos existentes ou previstas;
 - Quaisquer autorizações separadas adicionais que o operador deve obter do órgão regulador;
 - Os requisitos para relatórios de incidentes;
 - Os relatórios que o operador deve fazer ao órgão regulador;
 - Os registros que o operador deve reter e os períodos de tempo para os quais devem ser mantidos; e
 - Os arranjos de preparação para emergências.
- Deve realizar inspeções regulatórias;
- Deve assegurar que as ações corretivas sejam tomadas se não forem seguras ou condições potencialmente inseguras; e
- Deve tomar as medidas de execução necessárias em caso de violação dos requisitos de segurança.

A fim de cumprir suas principais responsabilidades, a Agência Naval de Segurança Nuclear:

- Deve estabelecer um processo para lidar com os pedidos, tais como os pedidos de emissão de uma autorização, aceitação de uma notificação ou a concessão de uma isenção, ou para remoção do controle regulatório;
- Deve estabelecer um processo para alterar as condições de autorização;
- Deve orientar o operador no desenvolvimento e apresentação de avaliações de segurança ou qualquer outra informação relacionada com a segurança requerida;
- Deve garantir que as informações proprietárias sejam protegidas;
- Deve fornecer uma explicação dos motivos da rejeição de uma apresentação;
- Deve comunicar e fornecer informações a outros órgãos governamentais competentes, organizações internacionais e ao público;
- Deve assegurar que a experiência operacional seja adequadamente analisada e que as lições a serem aprendidas sejam divulgadas;
- Deve assegurar que os registros adequados relativos à segurança das instalações e atividades sejam mantidos e recuperáveis;
- Devem assegurar que seus princípios e critérios de regulamentação sejam adequados e válidos, e devem levar em consideração normas e recomendações aprovadas internacionalmente;
- Deve estabelecer e informar o operador de quaisquer requisitos para reavaliação de segurança sistemática ou revisão periódica de segurança;
- Deve informar o governo sobre assuntos relacionados à segurança de instalações e atividades;
- Deve confirmar a competência do pessoal responsável pela operação segura da instalação ou atividade; e
- Deve confirmar que a segurança é gerenciada adequadamente pelo operador.

A Agência Naval de Segurança Nuclear deve cooperar com outras autoridades competentes, aconselhá-las e fornecer-lhes informações sobre questões de segurança nas seguintes áreas, conforme necessário:

- Proteção ambiental;
- Saúde pública e ocupacional;
- Planejamento e preparação de emergência;
- Gestão de resíduos radioativos (incluindo a determinação da política nacional);
- Responsabilidade pública (incluindo a implementação das regulamentações nacionais e as convenções internacionais relativas à responsabilidade civil);
- Proteção física e salvaguardas;
- Uso e consumo de água dos alimentos;
- Uso e planejamento da terra; e
- Segurança no transporte de mercadorias perigosas.

Quando tais funções são realizadas, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve tomar cuidado para garantir que qualquer conflito com suas principais funções reguladoras seja evitado e que a principal responsabilidade do operador por segurança não seja diminuída.

O processo de regulamentação continua ao longo do ciclo de vida de uma instalação ou a duração de uma atividade. As atividades diárias de um órgão regulador estabelecido no desempenho de suas responsabilidades funcionais serão as relativas à autorização, revisão e avaliação, e inspeção e execução. Outras funções, como o estabelecimento, a atualização ou a adoção de princípios, regulamentos e guias de segurança, serão realizadas com menos frequência.

Para todas as instalações e atividades, uma autorização prévia, uma notificação ou uma isenção estarão em vigor. Alternativamente, as atividades de um tipo específico podem ser autorizadas em geral para serem realizadas em estrita conformidade com regulamentos técnicos detalhados (como o envio

rotineiro de materiais radioativos em embalagens aprovadas de acordo com regulamentos detalhados de segurança de transporte).

9.3. Departamento Administrativo e Financeiro

O Departamento Administrativo e Financeiro será responsável por planejar, coordenar e supervisionar as atividades relativas às áreas de organização, gestão de pessoas, tecnologia da informação, suprimentos e contratos, execução orçamentária e administração financeira e contábil procurando assegurar o suporte logístico necessário as atividades a serem desenvolvidas pela Agência Naval de Segurança Nuclear.

9.4. Departamento de Segurança e Radioproteção

9.4.1. Divisão de Licenciamento, Inspeção e Garantia da Qualidade

A Divisão de Licenciamento, Inspeção e Garantia da Qualidade será responsável pela autorização, revisão e avaliação, execução e inspeção e Garantia da Qualidade.

A seguir são descritos detalhadamente cada uma das etapas citadas anteriormente.

9.4.1.1. Autorização

Antes da concessão de uma autorização, o requerente deve apresentar uma demonstração detalhada de segurança, que deve ser revisada e avaliada pelo órgão regulador de acordo com procedimentos claramente definidos. A extensão do controle aplicado deve ser proporcional à magnitude potencial e à natureza do perigo apresentado.

A Agência Naval de Segurança Nuclear deve emitir orientações sobre o formato e conteúdo dos documentos a serem apresentados pelo operador em apoio de pedidos de autorização. O operador deve apresentar ou disponibilizar ao órgão regulador, de acordo com as escalas acordadas, todas as informações especificadas ou solicitadas. Para instalações complexas, a autorização pode ser realizada em várias etapas, cada uma exigindo pontos de espera, licenças ou licenças separadas. Nesses casos, cada etapa do processo será sujeita a revisão e avaliação, tendo em conta o feedback das etapas anteriores.

A revisão e avaliação regulatória levará a uma série de decisões regulatórias. Numa certa fase do processo de autorização, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve tomar medidas formais que resultarão em:

- A concessão de uma autorização que, se for caso disso, impõe condições ou limitações às atividades subsequentes do operador; ou
- A recusa de tal autorização: A Agência Naval de Segurança Nuclear deve registrar formalmente a base dessas decisões.

Qualquer alteração, renovação, suspensão ou revogação subsequente da autorização deve ser realizada de acordo com um procedimento claramente definido e estabelecido. O procedimento deve incluir requisitos para a apresentação atempada de pedidos de renovação ou alteração de autorizações.

9.4.1.2. Revisão e avaliação

A revisão e a avaliação devem ser realizadas de acordo com a fase do processo regulatório e a magnitude e natureza potencial do perigo associado à instalação ou atividade específica.

Em concordância com suas atividades de avaliação, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve definir e disponibilizar ao operador os princípios e critérios associados em que os seus julgamentos e decisões se baseiam.

Uma base primária para revisão e avaliação é a informação enviada pelo operador. Uma análise e avaliação detalhada da apresentação técnica do

operador deve ser realizada pelo órgão regulador para determinar se a instalação ou atividade cumpre os objetivos, princípios e critérios de segurança relevantes. Ao fazer isso, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve adquirir uma compreensão do projeto da instalação ou do equipamento, os conceitos de segurança em que o projeto se baseia e os princípios operacionais propostos pelo operador, para se certificar de que:

- As informações disponíveis demonstram a segurança da instalação ou atividade proposta;
- As informações contidas nas submissões do operador são precisas e suficientes para permitir a confirmação da conformidade com os requisitos regulamentares; e
- As soluções técnicas, e em particular as novas, foram comprovadas ou qualificadas por experiência, teste ou ambas, e são capazes de atingir o nível de segurança requerido.

A Agência Naval de Segurança Nuclear deve preparar seu próprio programa de revisão e avaliação das instalações e atividades. A Agência Naval de Segurança Nuclear deve acompanhar o desenvolvimento de uma instalação ou atividade, conforme aplicável, desde a seleção inicial do local, até o projeto, construção, comissionamento e operação, até o encerramento, fechamento ou fechamento.

Qualquer alteração nos aspectos relacionados com a segurança de uma instalação ou atividade deve estar sujeita a revisão e avaliação, com a potencial magnitude e natureza do risco associado a serem considerados.

9.4.1.3. Inspeção e execução

As atividades de inspeção e execução devem abranger todas as áreas de responsabilidade regulatória. A Agência Naval de Segurança Nuclear deve realizar inspeções para certificar-se de que o operador está em conformidade com as condições estabelecidas, por exemplo, na autorização ou nos regulamentos. Além disso, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve levar em consideração, conforme necessário, as atividades de fornecedores de serviços e produtos para o operador. As ações de execução devem ser aplicadas, conforme necessário, pela Agência Naval de Segurança Nuclear no caso de desvios ou não cumprimento de condições e requisitos.

Os principais objetivos da inspeção e da fiscalização regulatória são garantir que:

- Instalações, equipamentos e desempenho no trabalho atendem a todos os requisitos necessários;
- Documentos e instruções relevantes são válidos e estão sendo cumpridos;
- Pessoas empregadas pelo operador (incluindo contratados) possuem a competência necessária para o desempenho efetivo de suas funções;
- Deficiências e desvios são identificados e são corrigidos ou justificados sem atrasos indevidos;
- As lições aprendidas são identificadas e propagadas para outros operadores e fornecedores e para o órgão regulador, conforme apropriado; e
- O operador está gerenciando a segurança de forma adequada. As inspeções regulamentares não devem diminuir a responsabilidade primária do operador pela segurança ou substituir as atividades de controle, supervisão e verificação que o operador deve realizar.

9.4.1.3.1. Inspeção

A Agência Naval de Segurança Nuclear deve estabelecer um programa de inspeção planejado e sistemático. A quantidade de inspeções realizadas dependerá da magnitude e da natureza do perigo em potencial associado à instalação ou atividade.

A inspeção pela Agência Naval, anunciado e não anunciado, deve ser uma atividade contínua. Se a Agência Naval utilizar os serviços de consultores para as inspeções, então terá a responsabilidade de tomar qualquer ação com base nessas inspeções.

Além das atividades de inspeção de rotina, a Agência Naval deve realizar inspeções em curto prazo se uma ocorrência anormal justificar uma investigação imediata. Essa inspeção regulatória não deve diminuir a responsabilidade do operador para investigar qualquer ocorrência desse tipo imediatamente.

Os inspetores regulatórios devem ser obrigados a preparar relatórios sobre suas atividades e resultados de inspeção, que devem ser devolvidos ao processo de regulamentação.

9.4.1.3.1.1. Preparação para uma inspeção

Antes de uma inspeção em uma determinada instalação, o inspetor deve planejá-la, com base nos seguintes itens:

- Receber de seu superior da agência a indicação se uma inspeção específica deve ser anunciada ou não;
- Rever o certificado de autorização e o programa de proteção contra radiações;
- Examinar relatórios de inspeção anteriores;
- Anotar o status de quaisquer alegações ou incidentes;

- Analisar a resposta a itens de inspeções anteriores marcadas como não cumpridas, itens de nota marcados para acompanhamento durante esta inspeção e observar as eventuais violações passadas;
- Identificar questões não resolvidas da última inspeção;
- Verificar as condições dos equipamentos necessários para a inspeção. O inspetor não deve usar o equipamento do operador durante a inspeção;
- Obter cópias dos procedimentos de inspeção relevantes e listas de verificação, cópias da legislação e códigos de prática relevantes ou guias regulatórios e cópias do certificado de autorização com as condições de autorização emitidas para o operador. O inspetor deverá portar suas próprias cópias de tais documentos e não deverá utilizar os documentos pertencentes ao operador;
- Garantir a utilização do dosímetro pessoal; e
- Certificar-se da utilização de credenciais como representantes oficiais do órgão regulador para identificar-se na instalação.

Dependendo das circunstâncias particulares e da natureza da instalação, o inspetor também pode utilizar:

- Óculos de segurança, sapatos de segurança, etc.; e
- Uma câmera para registrar questões de descumprimento, que poderá servir como evidência em ações administrativas futuras, ou para apoiar conclusões no relatório escrito.

9.4.1.3.1.2. Procedimento de inspeção

Os tópicos a serem observados durante um procedimento de inspeção em instalações que trabalham com radiografia industrial são descritos a seguir:

9.4.1.3.1.2.1. Monitoramento individual

- Verificar se o trabalhador faz o uso do dosímetro;
- Verificar se a empresa que fornece o dosímetro é autorizada pela autoridade reguladora;
- Verificar se o dosímetro é apropriado para o tipo e energia de radiação;
- Verificar se os dosímetros são substituídos dentro do período;
- Verificar o registro de dose para cada trabalhador;
- Verificar se os trabalhadores tomaram conhecimento das doses recebidas;
- Caso alguma dose tenha ultrapassado o limite de dose para investigação, verificar o Relatório de Investigação de Dose (RID);

9.4.1.3.1.2.2. Documentação Administrativa

- Verificar se os documentos de proteção radiológica estão disponíveis;
- Verificar se existe um plano de auditorias internas, contemplando relatórios de auditoria, relação de não conformidades e ações corretivas;
- Verificar se existe um plano de treinamento;
- Verificar se existe procedimento de emergência caso haja algum incidente com a fonte;
- Verificar se há um procedimento de dimensionamento de áreas onde irão ocorrer as atividades com radiações ionizantes;
- Verificar se há controle dos exames médicos dos trabalhadores;
- Verificar se os exames médicos, ASO, dos trabalhadores estão atualizados;

9.4.1.3.1.2.3. Fontes Radioativas

- Verificar o certificado das fontes de radiações ionizantes;
- Verificar a autorização para a utilização das fontes existentes;

- Verificar se as instalações estão de acordo com o descrito na solicitação de autorização;
- Verificar se o acesso as fontes radioativas é realizado apenas por pessoal autorizado;
- Verificar se houve movimentação das fontes;
- Verificar o local onde são armazenadas as fontes de radiações ionizantes e os rejeitos radioativos;
- Verificar os medidores de área e seus respectivos certificados de calibração;

9.4.1.3.1.3. Relatórios de inspeção e descobertas

Os inspetores regulatórios devem elaborar relatórios sobre suas atividades e resultados de inspeção, que devem ser devolvidos ao processo regulatório. O objetivo do relatório de inspeção é:

- Registrar os resultados de todas as atividades de inspeção relacionadas à segurança, incluindo as ações tomadas nas recomendações feitas após inspeções anteriores;
- Documentar uma avaliação das atividades do operador em relação à segurança;
- Fornecer uma base para notificar o operador sobre os resultados da inspeção e de qualquer descumprimento dos requisitos regulamentares, e fornecer um registro de quaisquer ações de execução tomadas;
- Documentar as recomendações dos inspetores para futuras ações pelo operador ou pelo órgão regulador.

Os relatórios de inspeção geralmente devem incluir:

- Detalhes do operador inspecionado, o objetivo e a data da inspeção, bem como o nome do inspetor;

- Referência aos regulamentos e condições de autorização aplicáveis;
- Detalhes das fontes de radiação inspecionadas;
- Detalhes da qualificação e treinamento do pessoal utilizando as fontes de radiação;
- Detalhes da gestão dos resíduos radioativos gerados pelo operador;
- Um registro de quaisquer deficiências ou violações encontradas nas inspeções regulatórias, incluindo registro de quaisquer regulamentos ou condições de autorização que tenham sido violadas;
- Um registro das conclusões do inspetor regulador, incluindo quaisquer ações corretivas ou de execução que devem ser tomadas;
- Um registro das recomendações feitas pelo inspetor para ações futuras.

Os relatórios de inspeção devem ser distribuídos de acordo com os procedimentos estabelecidos para:

- Fornecer uma base para futuras ações regulatórias;
- Documentar o histórico regulatório de uma instalação, mantendo um registro de inspeções e suas conclusões;
- Fornecer uma base para identificar questões importantes ou genéricas que exijam inspeções especiais, mudanças nos planos de inspeção ou ação regulatória;
- Fornecer uma base para a revisão periódica dos resultados das inspeções, incluindo tendências e causas;
- Informar o pessoal regulatório responsável pelo desenvolvimento de requisitos para autorizações ou novos regulamentos;
- Fornecer um meio de transmitir informações a órgãos governamentais ou partes interessadas;
- Fornecer uma base para atividades de auto-avaliação.

As não conformidades geradas durante a inspeção devem ser submetidas ao operador para a implementação das ações corretivas necessárias. Sempre que seja necessária uma ação corretiva, uma comunicação formal que inclua os resultados da inspeção deve ser enviada ao operador como parte do procedimento de execução. Em alguns países, o relatório completo de inspeção é enviado ao operador.

9.4.1.3.2. Execução

As ações de execução são projetadas para responder à não conformidade com as condições e requisitos especificados. A ação deve corresponder à gravidade do descumprimento. Assim, existem diferentes ações de execução, desde advertências escritas até penalidades e, em última análise, retirada de uma autorização. Em todos os casos, o operador deve ser obrigado a remediar o não cumprimento, a realizar uma investigação aprofundada de acordo com um cronograma acordado e a tomar todas as medidas necessárias para prevenir a reincidência. A Agência Naval de Segurança Nuclear deve garantir que o operador tenha efetivamente implementado quaisquer ações corretivas.

Desvios ou violações de requisitos ou situações insatisfatórias que têm menor significado de segurança, podem ser identificadas nas instalações ou na condução de atividades. Nessas circunstâncias, a Agência Naval deve emitir um aviso escrito ou uma diretiva ao operador, que deve identificar a natureza e a base regulamentar de cada violação e o prazo permitido para tomar medidas corretivas.

Se houver evidência de uma deterioração no nível de segurança, ou em caso de violação grave que, a juízo da Agência Naval, represente um perigo radiológico iminente para os trabalhadores, públicos ou ambientais, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve exigir que o operador reduza as atividades e tomar todas as medidas necessárias para restaurar um nível adequado de segurança.

Em caso de não cumprimento contínuo, persistente ou extremamente grave, ou uma liberação significativa de material radioativo para o meio ambiente devido ao mau funcionamento ou danos a uma instalação, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve direcionar o operador para restringir atividades e pode suspender ou revogar a autorização. O operador deve ser direcionado para eliminar quaisquer condições inseguras, sendo que todas as decisões de execução devem ser confirmadas ao operador por escrito.

A extensão da autoridade dos inspetores reguladores para assumir as ações de execução local deve ser determinada pela Agência Naval. Quando a autoridade local de execução não for concedida a inspetores individuais, a transmissão de informações a Agência Naval deve ser adequada à urgência da situação, de modo que as ações necessárias sejam tomadas oportunamente e as informações devem ser transmitidas imediatamente se os inspetores julgarem que a saúde e segurança dos trabalhadores ou do público estão em risco, ou o meio ambiente está em perigo.

9.4.1.4. Garantia da Qualidade

A garantia da qualidade tem como objetivo a implementação de um conjunto de ações sistematizadas que necessárias e suficientes para prover confiança de que os requisitos definidos da qualidade, que refletem as necessidades e as expectativas implícitas e explícitas do projeto, estão sendo atendidas.

9.4.2. Divisão de Normas e Regulamentos

O sistema de regulamentos e guias deve ser escolhido de acordo com o sistema legal do Estado, a natureza e extensão das instalações e atividades a serem reguladas, devendo estar em concordância com a legislação nacional vigente.

O principal objetivo da regulamentação é estabelecer requisitos a serem cumpridos pelos operadores. Esses regulamentos devem fornecer condições e requisitos mais detalhados a serem incorporados em autorizações individuais.

Os guias, de natureza não obrigatória, sobre como cumprir os regulamentos devem ser preparados, conforme necessário. Esses guias também podem fornecer informações sobre dados e métodos a serem utilizados na avaliação da adequação do projeto e nas análises e documentação a serem submetidas a Agência Naval de Segurança Nuclear pelo operador.

Ao desenvolver regulamentos e guias, a Agência Naval deve levar em consideração os comentários das partes interessadas e o feedback da experiência. Deverão igualmente ter em conta as normas e recomendações internacionalmente reconhecidas, como as normas de segurança da IAEA.

9.4.2.1. Regulamentos gerais

9.4.2.1.1. Proteção e Segurança Radiológica de Fontes Radioativas

Estabelecer requisitos para a proteção das pessoas e do ambiente contra os efeitos prejudiciais que podem ocorrer devido a exposição a fontes de radiação ionizante de forma não planejada e/ou intencional.

9.4.2.1.2. Descomissionamento

Estabelecer os requisitos de segurança para todas as fases do descomissionamento desde a localização e desenho de uma instalação até o término da autorização para descomissionamento.

9.4.2.1.3. Transporte

Estabelecer requisitos que devem ser satisfeitos para garantir a segurança e proteger pessoas e meio ambiente dos efeitos da radiação no transporte de material radioativo, objetivando a contenção dos conteúdos radioativos, controle dos níveis de radiação externa, prevenção da criticidade e prevenção de danos causados pelo calor.

9.4.2.1.4. Licenciamento

Descrever como o processo de licenciamento deve ser aplicado em várias etapas da vida de uma instalação, com discussão sobre a tópicos e documentos necessários para serem considerados em cada etapa (localização, avaliação, desenho, construção, comissionamento, operação, desmantelamento e liberação do controle regulatório).

9.4.2.1.5. Preparação de Resposta a Emergência Radiológica

Descrever respostas adequadas a uma variedade de emergências e fornecer informações básicas sobre experiências, isso serve como base para os requisitos, ajudando assim o usuário a aplicar as disposições relativas às questões subjacentes.

9.4.2.1.6. Gestão de Resíduos Radioativos

Desenvolver regulamentos com foco no desenvolvimento e implementação de uma gestão adequada dos resíduos radioativos a níveis de armazenamento e descarte.

9.4.2.1.7. Serviço de Radioproteção

Estabelecer os requisitos relativos à implantação e ao funcionamento de Serviços de Radioproteção.

9.4.2.2. Regulamentos Específicos

9.4.2.2.1. Radiografia Industrial

Estabelecer os requisitos de segurança e proteção radiológica aplicados aos equipamentos geradores de radiação ionizante, operados em bases fixas e móveis, utilizados na inspeção de estruturas soldadas e conformadas a serem utilizadas na construção dos submarinos, e outras aplicações semelhantes que não atendam aos requisitos de isenção de proteção radiológica.

9.4.3. Divisão de reatores

A divisão de reatores será responsável pelo licenciamento e controle dos reatores, bem como o cumprimento das normas e regulamentos técnicos voltados para a segurança radiológica dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE), indivíduos do público e o meio ambiente.

A divisão de reatores deverá realizar a avaliação da segurança nuclear e radiológica, atuando na emissão de subsídios técnicos relacionados com a emissão de autorização de operação do reator.

9.4.4. Divisão de respostas a emergências

Apesar de todas as precauções tomadas no desenho e operação de instalações nucleares e na condução de atividades nucleares, existe a possibilidade de que uma falha ou um acidente possa dar origem a uma emergência. Em alguns casos, isso pode dar origem à liberação de materiais radioativos dentro das instalações e / ou ao domínio público, o que pode exigir ações de resposta de emergência. Logo devem ser estabelecidos e mantidos preparativos adequados a nível local e nacional e, quando acordado entre os países, a nível internacional para responder a emergências.

Os arranjos para ações de resposta de emergência dentro e fora das instalações, se aplicável, ou em qualquer outro lugar sob o controle do operador, são tratados através do processo de regulamentação. O governo deve garantir que as autoridades competentes tenham os recursos necessários e que façam preparativos e arranjos para lidar com quaisquer consequências de acidentes no domínio público, seja o acidente ocorrendo dentro ou fora das fronteiras nacionais. Esses preparativos devem incluir as ações a serem tomadas durante ou após uma emergência.

A natureza e o alcance dos arranjos de emergência devem corresponder à magnitude e natureza do perigo potencial associado à instalação ou atividade.

Os arranjos de emergência devem incluir uma alocação clara da responsabilidade pela notificação e tomada de decisão. Devem assegurar uma interface eficaz entre o operador e as autoridades competentes e fornecer meios eficazes de comunicação. As disposições de todas as partes devem ser exercidas periodicamente e, se for caso disso, serão testemunhadas pela Agência Naval de Segurança Nuclear.

9.4.5. Divisão de gerenciamento de rejeitos radioativos

O resíduo radioativo gerado em instalações e atividades nucleares pode exigir considerações especiais, particularmente em vista de longas escalas de tempo e diferentes organizações que podem estar envolvidas desde sua geração até sua disposição final e o encerramento de um repositório, logo a continuidade da responsabilidade entre as organizações envolvidas deve ser assegurada. Conseqüentemente, as políticas nacionais e as estratégias de implementação para a gestão segura dos resíduos radioativos devem ser desenvolvidas, de acordo com os objetivos e princípios estabelecidos na publicação dos Fundamentos de Segurança da IAEA sobre Os Princípios da Gestão de Resíduos Radioativos. Estas estratégias devem levar em consideração a diversidade entre os tipos de resíduos radioativos e devem corresponder às características radiológicas dos resíduos. O organismo regulador deve assegurar que um sistema apropriado de classificação de resíduos seja estabelecido em conformidade.

Antes da concessão de uma autorização para atividades que geram resíduos radioativos ou para instalações de gerenciamento de resíduos radioativos, a Agência Naval de Segurança Nuclear deve assegurar que as interdependências entre todas as etapas da geração e gerenciamento de resíduos radioativos sejam adequadamente levadas em consideração. Ao planejar a gestão dos resíduos radioativos, deve-se considerar todos os aspectos e necessidades de segurança em todas as várias etapas e do fato de que as decisões tomadas em relação a um passo podem excluir alternativas ou podem ter outras conseqüências significativas para outras etapas. Cabe ressaltar que nenhuma etapa deve ser considerada isoladamente.

Antes da autorização de atividades que geram resíduos radioativos, o órgão regulador deve assegurar que:

- Deve ser levada em consideração a capacidade necessária para o processamento e armazenamento dos resíduos radioativos previstos;
- As embalagens contendo resíduos radioativos são compatíveis com a natureza prevista e a duração do armazenamento, tendo em vista a estratégia de vigilância regular dos resíduos e a necessidade de recuperação dos resíduos armazenados para posterior processamento ou eliminação.

O governo deve assegurar que sejam tomadas providências adequadas para o armazenamento e eliminação dos resíduos radioativos ocorra de forma segura. As responsabilidades devem ser delineadas e atribuídas para garantir que qualquer transferência de responsabilidade pelos resíduos radioativos seja gerenciada de forma adequada.

O governo deve assegurar que os regulamentos contemplem o estabelecimento de um inventário de resíduos radioativos existentes e antecipados, incluindo sua localização e conteúdo de radionuclídeos e outras características físicas e químicas significativas para a segurança da sua gestão e para prevenir e reduzir a geração de resíduos radioativos, buscando promover a reutilização e reciclagem de equipamentos e materiais e uso de edifícios.

Se o controle institucional após o encerramento de um repositório for considerado necessário, a responsabilidade de realizar o controle institucional deve ser claramente atribuída.

9.5. Departamento de integração nacional

Será responsável pela integração da Agência Naval de Segurança Nuclear com as demais organizações, como a Comissão Nacional de Energia Nuclear, Ministério da Saúde, Ministério da Agricultura, Autoridades para o Meio Ambiente, Autoridades para Emergência, Autoridades Governamentais Locais, Serviço de Bombeiros e demais órgãos.

10. CONCLUSÃO

A incorporação de um Submarino com propulsão nuclear a uma esquadra traz uma série de benefícios, como aumento da capacidade de ocultação em ataques aos inimigos e o aumento do poder de dissuasão, além de incluir o país detentor de tal meio operativo em um seleto grupo de países possuidores de tecnologia para a construção, manutenção e operação de Submarinos com propulsão nuclear. Para que o meio operativo se mantenha em condições de pronto emprego, faz-se necessário a construção de uma infraestrutura de apoio com um estaleiro, para a construção e a manutenção, e uma base naval, para prover facilidades de porto, sendo necessário a criação de uma Agência Naval de Segurança Nuclear para prover normas e regulamentos internos a Marinha não só para a correta condução das diversas atividades de manutenção do submarino com propulsão nuclear, mas também para o acompanhamento dos indivíduos e meio ambiente inseridos neste processo.

Conclui-se que o organograma elaborado para a Agência Naval de Segurança Nuclear desenvolvido ao longo deste trabalho, mostrou-se adequada e possível de ser implementado, cabendo ressaltar o papel da Divisão de Integração Nacional em prover um diálogo entre a Agência Naval de Segurança Nuclear com a Comissão Nacional de Energia Nuclear e os demais órgãos governamentais.

Além disso, foram descritas as funções a serem desempenhadas pelos elementos constituintes da Agência Naval de Segurança Nuclear. A descrição das funções a serem desempenhadas se mostrou adequada por se basearem nas recomendações da IAEA e da CNEN e apresentarem posicionamento conservativo a fim de assegurar a proteção radiológica e segurança das fontes nucleares e radioativas presentes no Complexo Radiológico do Estaleiro Naval.

Recomenda-se que a partir deste trabalho sejam elaborados os regulamentos de forma detalhada para assegurar a correta condução nos trabalhos no Complexo Industrial de Construção e Manutenção do Submarino com Propulsão Nuclear.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (ASN). **Rules of Procedure of the Nuclear Safety Authority**. Disponível em <http://www.french-nuclear-safety.fr>. Acessado em 12/08/2017, 2017a.

AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (ASN). **Activities Monitored by ASN**. Disponível em <http://www.french-nuclear-safety.fr/ASN/About-ASN/Activities-monitored-by-ASN>. Acessado em 12/08/2017, 2017b.

AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (ASN). **Organisation**. Disponível em <http://www.french-nuclear-safety.fr/ASN/About-ASN/The-ASN-organisation>. Acessado em 12/08/2017, 2017c.

AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (ASN). **The ASN Commission**. Disponível em <http://www.french-nuclear-safety.fr/ASN/About-ASN/The-ASN-commission>. Acessado em 12/08/2017, 2017d.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Competências**. Disponível em <http://www.cnen.gov.br/institucional/43-institucional/76-competencias>. Acessado em 16/07/2017, 2017a.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Estrutura Organizacional**. Disponível em <http://www.cnen.gov.br/institucional/43-institucional/74-estrutura-organizacional>. Acessado em 17/07/2017, 2017b.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Norma CNEN-NN-3.01. Brasil, Março de 2014.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Nucleoelétricas**. Norma CNEN-NE-5.02. Brasil, Fevereiro de 2003.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Licenciamento de Instalações Nucleares**. Norma CNEN-NE-1.04. Brasil, Dezembro de 2002.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas**. Norma CNEN-NE-1.26. Brasil, Outubro de 1997.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Controle de Materiais Nucleares**. Norma CNEN-NN-2.02. Brasil, Setembro de 1999.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Serviços de Radioproteção**. Norma CNEN-NE-3.02. Brasil, Agosto de 1988.

ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA, **Ministério da Defesa, Governo Federal**, Brasil, 2008.

FEDERAL ENVIRONMENTAL, INDUSTRIAL AND NUCLEAR SUPERVISION SERVICE OF RUSSIA (ROSTECHNADZOR). **Basic Activities of Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service**. Disponível em <http://en.gosnadzor.ru/activity/>. Acessado em 13/08/2017, 2017.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, **Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, Safety Standards Series No. GS-R-1**, IAEA, Vienna (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, **Organization and Implementation of a National regulatory infrastructure governing protection against ionizing radiation and the safety of radiation sources**, IAEA-TECDOC-1067, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, **Regulatory control of radiation sources, Safety Guide No. GS-G-1.5**, IAEA, Vienna (2004).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, **Inspection of Radiation Sources and Regulatory Enforcement**, IAEA-TECDOC-1526, Vienna (2007).

MARINHA DO BRASIL. **Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB)**. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/prosub/institucional>. Acessado em 26/06/2017, 2017a

MARINHA DO BRASIL. **Amazônia Azul**. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/content/amazonia-azul-1> - Acessado em 28/06/2017, 2017b.

MARINHA DO BRASIL. **Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB)**. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/prosub/estrutura> - Acessado em 30/06/2017, 2017c

MARINHA DO BRASIL. **Amazônia Azul**. Disponível em <https://www.mar.mil.br/secirm/portugues/amazoniaazul.html> - Acessado em 30/06/2017, 2017d.

MARINHA DO BRASIL. **Estaleiro e Base Naval**. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/prosub/estaleiro-e-base-naval> - Acessado em 03/07/2017, 2017e.

M. H. D. S. BOTELHO, “**ESTRUTURA CONCEITUAL PARA O LICENCIAMENTO NUCLEAR DO COMPLEXO RADIOLÓGICO DO SUBMARINO BRASILEIRO COM PROPULSÃO NUCLEAR**”, Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2016.

OFFICE FOR NUCLEAR REGULATION (ONR). **A Guide to Nuclear Regulation in the UK**. Disponível em <http://www.onr.org.uk/documents/a-guide-to-nuclear-regulation-in-the-uk.pdf>

SUBMARINOS – **Defesa e Desenvolvimento para o Brasil**. 2014. Editado por Versel Editores LTDA. Disponível em https://www.marinha.mil.br/prosub/revistas_prosub.

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION (U.S.NRC). U.S. **Nuclear Regulatory Commission – Overview**. Disponível em <https://www.nrc.gov/docs/ML1616/ML16165A342.pdf>. Acessado em 13/08/2017, 2017.