

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO

Eduardo Henrique Damasceno da Gama

**PROPOSTA DE PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE PARA
UMA ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO E APOIO AO SUBMARINO
CONVENCIONAL COM PROPULSÃO NUCLEAR**

Duque de Caxias – RJ

2021

Eduardo Henrique Damasceno da Gama

**PROPOSTA DE PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE PARA
UMA ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO E APOIO AO SUBMARINO
CONVENCIONAL COM PROPULSÃO NUCLEAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Metrologia e Qualidade do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Metrologia e Qualidade.

Dr. Ricardo Kropf Santos Fermam

Orientador

Duque de Caxias – RJ

2021

Eduardo Henrique Damasceno da Gama

**PROPOSAL QUALITY ASSURANCE PROGRAM FOR
MAINTENANCE AND SUPORT ORGANIZATION FOR THE
CONVENTIONAL NUCLEAR-POWERED SUBMARINE**

Master thesis submitted as partial fulfilment
of the requirements for the Degree of Master
of Metrology and Quality in the Postgraduate
Program in Metrology and Quality of the
National Institute of Metrology, Quality, and
Technology.

Ricardo Kropf Santos Fermam

Advisor

Duque de Caxias

2021

G184p Gama, Eduardo Henrique Damasceno da.

Proposta de programa de garantia da qualidade para uma organização de manutenção e apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear / Eduardo Henrique Damasceno da Gama. Duque de Caxias, RJ, 2021. 341 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Metrologia e Qualidade, 2021.

Orientador: Ricardo Kropf Santos Fermam.

1. Base Naval de Apoio 2. Sistema de Garantia da Qualidade 3. Sistema de Gestão da Qualidade 4. Submarino convencional com propulsão nuclear 5. Usina Nuclear de Angra I I. Fermam, Ricardo Kropf Santos II. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia III. Título.

CDD 389.1

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GAMA, Eduardo Henrique Damasceno da. **Proposta de programa de garantia da qualidade para uma organização de manutenção e apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear.** 2021. 341 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Metrologia e Qualidade, Duque de Caxias, RJ, 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Eduardo Henrique Damasceno da Gama.

TÍTULO DA MONOGRAFIA: Proposta de Programa de Garantia da Qualidade para uma organização de manutenção e apoio ao Submarino Convencional com propulsão nuclear.

TIPO DE MONOGRAFIA: Dissertação de Mestrado em Metrologia e Qualidade / 2021.

É concedida ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia a permissão para reproduzir e emprestar cópias desta monografia somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação.

EDUARDO HENRIQUE DAMASCENO DA GAMA

**PROPOSTA DE PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE PARA
UMA ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO E APOIO AO SUBMARINO
CONVENCIONAL DE PROPULSÃO NUCLEAR**

A presente Dissertação, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Metrologia e Qualidade do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Metrologia e Qualidade, foi aprovada pela seguinte Banca Examinadora:



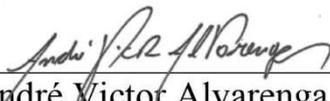
Doutor Ricardo Kropf Santos Fermam – Inmetro
Presidente da Banca Examinadora



Doutor Amilton de Sousa Lins Junior – Marinha do Brasil



Doutor Edisio Alves de Aguiar Junior – Inmetro



Doutor André Victor Alvarenga – Inmetro

Duque de Caxias, 27 de maio de 2021.

Dedico este trabalho aos meus pais Jodilza de Lima Damasceno e Venâncio Lopes da Gama “*In Memoriam*”, e minha querida avó Maria Arlinda Duarte Gama “*In Memoriam*”, por tanto me amarem.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, nosso criador, pela minha vida, pela minha saúde e por me dar forças para buscar a verdade e a virtude, me tornando um ser humano melhor a cada dia. Agradeço a Deus também pela sorte de ser filho de Seu Venâncio e Dona Jô, meus maiores amores nessa vida.

Agradeço a minha mãe, pelo amor e por sempre me colocar no caminho certo, e por sempre pedir proteção a Deus e a Nossa Senhora da Conceição. Sem dúvidas, suas preces foram ouvidas.

A minha namorada, Vanessa Moreira, pelo amor, carinho e cuidado diário. Sua companhia e alegria me encheram de ânimo para concluir esse projeto.

Agradeço ao meu querido orientador e amigo, Professor Ricardo Kropf Santos Ferman, pelas valiosas orientações e pelas palavras de motivação nos momentos que mais precisei. Sem seu apoio e a nossa parceria, o trabalho não teria se concretizado.

Não poderia deixar de mencionar a ajuda fundamental da minha amiga Ana Rosa Baliza, responsável pela minha ida à Usina Nuclear de Angra I e por compartilhar conhecimentos tão importantes para a execução desse trabalho. Agradeço a amizade e o carinho a mim direcionados.

Aos professores José Ubiratan Delgado e Antônio André Muniz Pontes pela generosidade de compartilhar informações valiosas e pelas ricas entrevistas.

Aos engenheiros Paulo Adriano da Silva, Leonardo Teixeira Marcos e Luciano Cunha Glória pelo tempo despendido com a minha pessoa e pelas entrevistas tão cordiais e tão importantes para este trabalho.

Ao meu chefe, Comandante Kurt Waldehir Lopes Rocha Branco, pelos conselhos e o apoio, sempre quando precisei.

Ao amigo Antonelly Assis Gregório de Sousa, um dos responsáveis por eu ter decidido fazer o Mestrado Profissional do INMETRO, pela amizade, consideração e confiança.

Ao amigo José Gilberto Fernandes Jr., amigo desde a época da UFPE, o qual tive o prazer dividir mais uma vez a sala de aula, dessa vez neste curso de Mestrado, pela ajuda, amizade e consideração.

Por fim, agradeço a todos os amigos integrantes do “Coach para quarentena”, a nossa união e a alegria de vocês fizeram as aulas mais divertidas. Que nossa amizade perdure para sempre!

RESUMO

Um sistema de garantia da qualidade é o conjunto de medidas sistemáticas e desenvolvidas visando proporcionar confiança adequada de que uma estrutura, sistema, componente ou instalação, funcionará de forma segura. Esse sistema é descrito em um documento chamado programa de garantia da qualidade. Atualmente não há uma norma destinada ao estabelecimento de requisitos para um programa de garantia da qualidade voltado a uma instalação que execute atividades de manutenção, reparo e apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear.

Esse trabalho tem o objetivo de propor um programa de garantia da qualidade para uma base naval, que atenda aos requisitos de segurança nuclear e naval. A implementação deste programa é indispensável para a instalação nuclear obter a licença de operação por parte do órgão licenciador. Para alcançar os objetivos, utilizou-se de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e uma pesquisa de campo na Usina Nuclear de Angra I. Esta última consistiu-se em observações do pesquisador, coleta de documentos e entrevistas com profissionais do setor nuclear.

Como consequência das pesquisas realizadas, este trabalho evidenciou as características particulares de uma Base Naval e a abrangência dos programas de garantia da qualidade do setor nuclear. A pesquisa de campo auxiliou em evidenciar que o programa de garantia da qualidade da Usina Nuclear de Angra I possui requisitos adicionais não previstos nas normas do órgão regulador. As entrevistas conduzidas neste trabalho esclareceram que é possível uma proposta de um programa de garantia da qualidade tomando como base o programa utilizado da Usina Nuclear de Angra I com as devidas adaptações necessárias.

Como resultado, foi proposto neste trabalho um programa de garantia da qualidade com 13 requisitos adicionais à norma da CNEN-NN-16, totalizando 25 requisitos. Este programa foi validado por meio das entrevistas com especialistas do setor e deve fazer parte do processo de licenciamento da Base Naval. Uma vez implementado, este programa terá assegurado o controle sobre as atividades que afetam a qualidade dos equipamentos, sistemas, componentes e outros. da base naval que influem na segurança nuclear da instalação e do submarino, contribuindo na preservação da vida dos funcionários, da tripulação, da sociedade e do meio ambiente.

Palavras-chave: Base Naval de Apoio; Licenciamento; Sistema de Garantia da Qualidade; Sistema de Gestão da qualidade.

ABSTRACT

A quality assurance system is the set of systematic measures developed to provide adequate confidence that a structure, system, component or installation, will work safely. This system is described in a document called a quality assurance program.

Currently, there is no standard aimed at establishing requirements for a quality assurance program aimed at an installation that performs maintenance, repair and support activities for the conventional nuclear-powered submarine.

This work aims to propose a quality assurance program for a naval base, which meets the requirements of nuclear and naval safety. The implementation of this program is essential for the nuclear installation to obtain the operating license from the licensing agency.

To achieve the objectives, bibliographic research, documentary research and field research at the Nuclear Power Plant in Angra I were used. The latter consisted of observations by the researcher, collection of documents and interviews with professionals in the nuclear sector.

As a consequence of the research carried out, this work highlighted the particular characteristics of a naval base and the scope of the quality assurance programs of the nuclear sector. The project also showed that the quality assurance program of the Angra I Nuclear Plant has additional requirements not foreseen in the rules of the regulatory body. The interviews conducted in this work clarified that it is possible to propose a quality assurance program based on the program used at the Angra I Nuclear Plant with the necessary adaptations.

As a result, a quality assurance program with 13 additional requirements to the CNEN-NN-16 standard was proposed in this work, totaling 25 requirements. This program was validated through interviews with specialists in the sector and should be part of the licensing process for the Naval Base. Once this program is implemented, control over activities that affect the quality of equipment, systems, components, etc. of the Naval Base that influence the nuclear safety of the installation and submarine will be ensured, contributing to the preservation of the lives of employees, crew, society and the environment.

Keywords: Maintenance and support Base; Licensing; Quality Assurance System; Quality Management System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Base Naval de Cherbourg (França).....	17
Figura 2 - Submarino no dique da Base Naval de Cherbourg.....	20
Figura 3 - Defesa em profundidade na perda de refrigerante no circuito primário.	21
Figura 4 - Defesa em profundidade (barreiras físicas)	22
Figura 5 - Hierarquização dos Padrões da Padrões da IAEA	27
Figura 6 - Etapas do processo de licenciamento	32
Figura 7 - Sistema de Gestão e suas interfaces.....	50
Figura 8 - Método de pesquisa utilizado.	64
Figura 9 - Período de operação e extensão de vida de Angra I.	99
Figura 10 - Evolução das normas de Gestão da IAEA.....	118
Figura 11 - Pirâmide da Documentação da ETN.....	147
Figura 12 - Esquema adotado para elaboração do PGQ proposto.....	184
Figura 13 – Organograma da BNA	230
Figura 14 – Pirâmide de Documentos da BNA	236

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Períodos de Manutenção do Meio naval.	54
Quadro 2 - Número de Períodos de manutenção do Meio Naval com propulsão nuclear durante sua vida útil.....	55
Quadro 3 - Interface entre a Planta Nuclear Embarcada e o Apoio Logístico.	56
Quadro 4 - Interface entre o Navio e o Apoio Logístico.	57
Quadro 5 - Argumentos utilizados nas bases de dados	65
Quadro 6 - Dados dos entrevistados.....	72
Quadro 7 - Argumentos utilizados nas bases de dados Google Scholar.	73
Quadro 8 - Argumentos das bases da CAPES, Scielo e Scopus	74
Quadro 9 - Programa de Garantia da Qualidade em Reatores de Pesquisa.	84
Quadro 10 – Padrões de garantia da qualidade utilizados na indústria nuclear americana.	89
Quadro 11 - Relação entre os requisitos da 10CFR50 apêndice B e a CNEN1.16.	94
Quadro 12 - Fonte de dados da pesquisa documental.	106
Quadro 13 - Resultados das entrevistas.....	141
Quadro 14 - Normas utilizadas no DQ.	149
Quadro 15 - Itemização do PGQ de Angra I.	151
Quadro 16 - Manual de Operação da Usina.	169
Quadro 17 - Semelhanças entre a norma CNEN-NN-1.16 e ISO 19443:2018.	178
Quadro 18 - Item e Sistema responsável	185
Quadro 19 - PGQ Proposto.....	187
Quadro 20 – Entrevista à área de qualidade.	293
Quadro 21 - Entrevista à área da manutenção.	295
Quadro 22 - Perguntas ao Órgão Licenciador.	297
Quadro 23 - Perguntas à comunidade Acadêmica.....	298
Quadro 24 - Entrevista à Qualidade.	300
Quadro 25 - Entrevista à manutenção.....	313
Quadro 26 - Entrevista ao Órgão Licenciador.....	321
Quadro 27 - Entrevista à Comunidade Acadêmica (IRD).....	328
Quadro 28 - Entrevista à Comunidade Acadêmica (UCAM).....	333

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Correlação entre os requisitos da norma CNEN 1.16 e do 10CFR72 Subparte G 104

Tabela 2 - Resultado da comparação entre o código 10CFR72 Subparte G e a CNEN-NN-1.16.

..... 105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASME– *American Society of Mechanical Engineers*

ASN– Autoridade de Segurança Nuclear

BNA– Base Naval de Apoio

CNEN– Comissão Nacional de Energia Nuclear

CONAMA– Conselho Nacional de Meio Ambiente

EIA– Estudo de Impacto Ambiental

EPRI–*Electric Power Research Institute*

ESC– Equipamento, Sistema e Componente

ETN – Eletronuclear

IAEA– Agência Internacional de Energia Atômica

IBAMA– Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ISO–*International Organization for Standardization*

LTO–*Long Term Operation*

MMA– Ministério do Meio Ambiente

MOBA – Manual de Operação da Base de Apoio

MOU – Manual de Operação da Usina

NRC–*Nuclear Regulatory Commission*

PGQ– Programa de Garantia da Qualidade

PM – Período de Manutenção

PNE – Planta Nuclear Embarcada

RIMA– Relatório de Impacto Ambiental

RAS – Relatório de Análise de Segurança

RFAS – Relatório Final de Análise de Segurança

RPAS – Relatório Preliminar de Análise de Segurança

SGP– Sistema de Gestão de Pendências

SGQ– Sistema de Garantia da Qualidade

SOT– Solicitação de Ordem de Trabalho

SMR – Sistema de Manutenção e Reparo

STC – Sistema de Troca de Combustível

STR – Sistema de Troca e Recarga

SED – Sistema de Encalhe e Docagem

SMC – Sistema de Manutenção Convencional

SMN – Sistema de Manutenção Nuclear

SACN – Sistema de Armazenamento de Combustível Novo

SACR – Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator

SGR – Sistema de Gerenciamento de Rejeito

SD – Sistema de Descontaminação

SRBR – Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de

SRAR – Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação

SSE – Sistema de Serviços Essenciais

SSEC – Sistema de Serviços Essenciais Convencionais

SSEN – Sistema de Serviços Essenciais Nuclear

SSI – Sistema de Segurança Industrial

SSN – Sistema de Segurança Nuclear

SPF – Sistema de Proteção Física

SSS – Sistema de Suporte à Saúde

SSSNC – Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional

SSSNR – Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica

SMPR – Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Motivação para a pesquisa.....	19
1.2	Justificativa.....	20
1.3	Problema de pesquisa	23
1.4	Escopo	23
1.5	Objetivo	24
1.5.1	Objetivo Geral	24
1.5.2	Objetivos específicos	24
1.6	Organização do trabalho.....	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
2.1	Agência internacional de energia atômica.....	26
2.2	Licenciamento nuclear.....	29
2.3	Processo de licenciamento nuclear brasileiro.....	31
2.4	Licenciamento nuclear naval.....	33
2.5	Documentos do licenciamento.....	35
2.6	Papel do órgão licenciador	40
2.7	Controle da qualidade.....	43
2.8	Garantia da qualidade	47
2.9	Programa de garantia da qualidade.....	51
2.10	Períodos e escalões de manutenção	53
2.11	Apoio logístico e serviços da BNA	56
2.11.1	Serviços e Inspeções Anuais.....	58
2.11.2	Serviços e Inspeções Quadrienais.....	60
2.11.3	Serviços com PNE desativado	61
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	63

3.1	Delineamento da pesquisa bibliográfica.....	64
3.1.1	Período de Busca	65
3.1.2	Critério de Seleção Utilizados	65
3.2	Delineamento da pesquisa documental.....	66
3.2.1	Período de Busca	66
3.2.2	Cr�terios de Sele�o Utilizados.....	66
3.3	Delineamento da pesquisa de campo.....	66
3.3.1	Per�odo da Pesquisa de campo.....	67
3.3.2	Observa�es do Pesquisados	67
3.3.3	Entrevistas.....	68
3.3.4	Prepara�o da Entrevista.....	68
3.3.5	Diretrizes da Entrevista.....	69
3.3.6	Coleta de Documentos	70
4	RESULTADOS	71
4.1	Sele�o das na�es desenvolvidas.....	71
4.2	Sele�o da Institui�o e dos Entrevistados	71
4.3	Resultados da pesquisa bibliogr�fica.....	72
4.3.1	Caracteriza�o da Base Naval de Apoio.....	75
4.3.2	Identifica�o do Uso de Sistemas de Garantia da Qualidade	83
4.3.3	Identifica�o da abrang�ncia de um Sistema de Garantia da Qualidade	89
4.4	Resultados da pesquisa documental	106
4.4.1	American Society of Mechanical Engineering (ASME)	107
4.4.2	International Organization for Standardization (ISO)	113
4.4.3	International Atomic Energy Agency (IAEA).....	116
4.4.4	Comiss�o Nacional de Energia Nuclear (CNEN).....	130
4.5	Resultados da pesquisa de campo.....	139

4.5.1	Resultado das observações	139
4.5.2	Resultados das entrevistas	141
4.5.3	Resumo das respostas dos entrevistados.....	142
4.5.4	Resultado da coleta documental realizada em campo	144
4.5.5	Descrição do Sistema de Garantia da Qualidade da Eletrobras Eletronuclear	144
4.5.6	Programa de Garantia da Qualidade para fase de Operação de Angra I.....	150
4.5.7	Organização do Manual de Operação da Usina – Critérios para elaboração de procedimentos (PA-GE 01)	169
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	174
5.1	Análise e discussão da caracterização da base naval.....	174
5.2	Análise e discussão da identificação do uso de programa de Garantia da Qualidade .	174
5.3	Análise e discussão da abrangência de programas de Garantia da Qualidade	175
5.4	Análise e discussão da pesquisa documental.....	177
5.5	Análise e discussão da pesquisa de campo	179
5.6	Análise e discussão das entrevistas	181
5.7	Análise e discussão do PGQ.....	183
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	184
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190
	APÊNDICE A – PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE DA BASE NAVAL DE APOIO.....	196
	APÊNDICE B – PERGUNTAS DAS ENTREVISTAS.	293
	APÊNDICE C – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS.....	300

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma região oceânica de aproximadamente 5,7 milhões de Km² e um litoral com aproximadamente 7.500 km de extensão. Devido às dimensões e a biodiversidade existente, essa região é chamada de Amazônia Azul, em alusão à Amazônia verde. Essa região possui uma importância geoestratégica para o Brasil, além de sua importância econômica, científica, ambiental.

Para proteger esse território, a estratégia nacional de defesa, documento que estabelece as diretrizes para o adequado preparo e capacitação das Forças Armadas Brasileiras, estabelece que na tarefa de negar o uso do Mar às forças invasoras, o país contará com uma Força Naval composta de submarinos convencionais e submarinos convencionais com propulsão nuclear (BRASIL, 2020).

Nesse contexto, atribuiu-se a Marinha do Brasil o desenvolvimento do setor nuclear do país e, como consequência, a construção do primeiro submarino convencional com propulsão nuclear do país. Para tal realização, a Marinha do Brasil conduz o Programa Nuclear da Marinha (PNM) e o Programa de Desenvolvimento de Submarino (PROSUB) (BRASIL, 2020). Diante disso, entre outras iniciativas, está em fase de construção uma base naval de manutenção e apoio (Figura 1), doravante denominada Base Naval de Apoio (BNA) ou simplesmente Base Naval, com estrutura capaz de atender às novas demandas emanadas pelo submarino convencional de propulsão nuclear, sem oferecer riscos à saúde dos trabalhadores, da sociedade e do meio ambiente.

Figura 1 - Base Naval de Cherbourg (França)



Fonte: (GROIZELEAU, 2011).

Nesse contexto, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão licenciador das atividades nucleares no país, exceto aquelas afetas às instalações nucleares voltadas para a propulsão naval e o transporte de seu combustível, estabelece requisitos obrigatórios que determinam o estabelecimento de um Sistema de Garantia de Qualidade (SGQ). Este SGQ deve ser descrito por meio de um Programa de Garantia de Qualidade (PGQ), que deve ser apresentado à CNEN para fins de licenciamento de uma instalação nuclear. O PGQ é o documento, para fins de licenciamento, que descreve e apresenta os compromissos da organização para o estabelecimento do SGQ (CNEN, 2000).

Para suprir essa lacuna, o governo brasileiro promulgou a Lei nº 13.976, de 7 de janeiro de 2020, onde é atribuído ao Comando da Marinha promover o licenciamento e fiscalização dos meios navais e suas plantas nucleares embarcadas (PNE) para propulsão, por organismo militar independente para esse fim, além do transporte de seu combustível (BRASIL, 2020).

O referido licenciamento do meio naval com propulsão nuclear implica em licenciar a sua Base Naval, pois ela tem como missão, entre outras atividades, de executar serviços de manutenção de baixa complexidade e prestar facilidades portuárias. Diante desse contexto, fica evidente a necessidade do processo de licenciamento e elaboração de um PGQ aplicável à BNA.

Um PGQ detalhado foi aplicado de forma pioneira na área de energia nuclear pela Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos (ASME), instituindo um PGQ para fabricantes de componentes nucleares, para programas espaciais e para o Programa Nuclear da Marinha dos EUA, que por sua vez envolvia submarinos e porta-aviões com propulsão nuclear (COSTA, 2018). Após o desastre do USS Thresher¹, foi necessário reenfatar e melhorar o PGQ em estaleiros de construção e reparação naval (MOLONEY, 1974; CALLAGHAN, 1987). No entanto, a cobertura específica deste PGQ é sigilosa pelas Marinhas de outros países e, portanto, de difícil acesso.

Considerando o caráter inédito da iniciativa brasileira e a restrição de acesso a normas nacionais e internacionais para o estabelecimento de PGQ voltados ao licenciamento de uma base naval que proverá atracação e facilidades portuárias ao submarino convencional de propulsão nuclear, o presente trabalho tem como o objetivo identificar a abrangência do PGQ da base naval de meios navais com propulsão nuclear no Brasil.

¹Primeiro submarino americano com propulsão nuclear.

1.1 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA

A expansão mundial de atividades humanas, decorrente dos crescimentos econômico e populacional, tem gerado um aumento de demanda por recursos naturais. Isso pode trazer consigo um aumento de conflitos e tensões entre países que disputam as mesmas áreas em busca desses recursos, como por exemplo, os oceanos e mares.

É no Mar que acontece o transporte marítimo de cargas e passageiros, que movimenta o comércio globalizado, que também serve o turismo e o lazer. O Mar é fonte de alimentos, oriundo da pesca e da aquicultura, e também fonte das riquezas do petróleo, do sal e de tantos outros elementos (VIDIGAL, CUNHA, *et al.*, 2006).

Diante desse quadro, surge a importância de proteger o Mar brasileiro, prevenindo sua degradação, evitando a entrada de invasores e defendendo-o de todas as maneiras possíveis, impondo a soberania do país sobre esse vasto território.

Para a proteção da Amazônia azul e do território nacional, a Política Nacional de Defesa estabelece: “I - manter as Forças Armadas adequadamente motivadas, preparadas e equipadas, a fim de serem capazes de cumprir suas missões constitucionais, e de prover a adequada capacidade de dissuasão” (BRASIL, 2020, p. 20).

Nesse contexto, a Marinha do Brasil, componente do Sistema de Defesa Nacional tem como missão:

“preparar e empregar o Poder Naval, a fim de contribuir para a defesa da Pátria; para a garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem; para o cumprimento das atribuições subsidiárias previstas em lei; e para o apoio à política externa” (BRASIL, 2020, p. 46)

Para este desafio, a Marinha do Brasil utiliza o Poder Naval das seguintes formas: controle da área marítima, negação do uso do mar ao inimigo, projeção de poder sobre a terra e contribuição para a dissuasão.

Diante do exposto, a Estratégia Nacional de Defesa (2020) estabelece que para assegurar a tarefa de negação do uso do mar pelo inimigo, a Marinha do Brasil contará com uma Força Naval de envergadura, dotada de Meios Navais com propulsão diesel elétrica e propulsão nuclear.

Os submarinos convencionais com propulsão nuclear pertencentes a esta Força Naval necessitarão de instalações e apoio logístico que permitam que serviços de manutenção, reparo

e apoio sejam executados adotando procedimentos para que riscos radiológicos sejam tão baixos quanto razoavelmente exequíveis, a fim de proteger os empregados, a sociedade e o meio ambiente (Figura 2).

Figura 2 - Submarino no dique da Base Naval de Cherbourg



Fonte: (STRUCTURE, GÉODYNAMIQUE &, 2021)

1.2 JUSTIFICATIVA

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), autarquia federal, criada pela Lei nº4.118, de 27 de agosto de 1962, vinculada ao Ministério da Ciência é a entidade brasileira responsável por regular, licenciar, autorizar, controlar e fiscalizar a construção e operação de instalações nucleares no país.

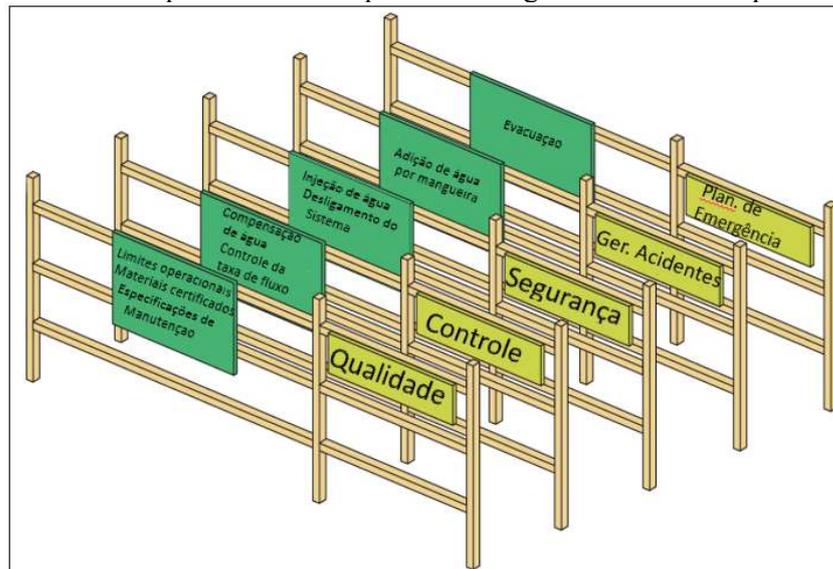
Dentro desse contexto, as normas CNEN-NE-1.04 e CNEN-NN-1.16, possuem requisitos obrigatórios que determinam o estabelecimento na organização do setor nuclear de um Sistema de Garantia da Qualidade (SGQ). Esse SGQ deve ser descrito por meio de um Programa de Garantia da Qualidade (PGQ), que deve ser submetido ao órgão licenciador para fins de licenciamento do empreendimento.

Agrega-se a isso, o fato do Brasil ser membro da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA). Esta entidade foi concebida como uma organização mundial, dentro da família das Nações Unidas, com o propósito de promover tecnologias nucleares seguras e pacíficas em conjunto com seus estados membros. Adicionalmente, serve como fórum intergovernamental de cooperação na área científica e tecnológica entre os países filiados (IAEA, 1998).

No documento Princípios Fundamentais de Segurança (2006), a IAEA preconiza 10 princípios básicos que norteiam o uso pacífico da Energia Nuclear. Dentre esses princípios, vale citar o princípio nº 3, que estabelece liderança e gestão eficaz para a segurança em organizações que possuem riscos de radiação, e o princípio nº 8, que estabelece que todos os esforços práticos devem ser feitos para prevenir e mitigar acidentes nucleares e acidentes radiológicos.

Isso posto, verifica-se que o princípio nº 8 menciona que o principal meio de prevenir e mitigar as consequências dos acidentes é a "defesa em profundidade". A defesa em profundidade (Figura 3) é implementada principalmente por meio da combinação de uma série de níveis consecutivos e independentes de proteção que teriam que falhar antes que efeitos prejudiciais pudessem ser causados às pessoas ou ao meio ambiente. Se um nível de proteção ou barreira falhar, o nível ou barreira subsequente estaria disponível para impedir algum tipo de dano. Para seu correto funcionamento, a defesa em profundidade deve possuir vários níveis de defesa e que estes sejam completamente independentes entre si.

Figura 3 - Defesa em profundidade na perda de refrigerante no circuito primário.



Fonte: Adaptado de(IAEA, 2021)

Segundo os Princípios Fundamentais de Segurança (2006), a defesa em profundidade é composta de:

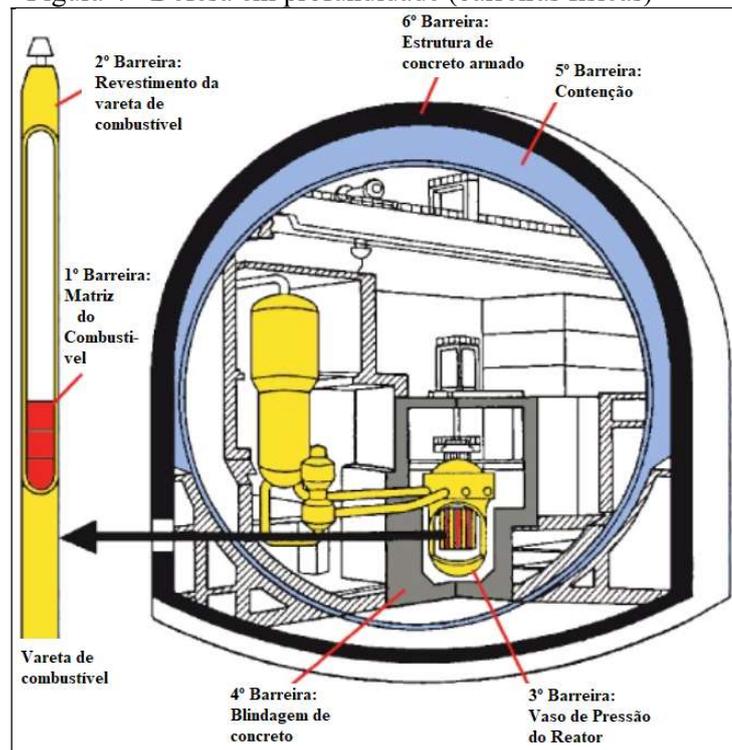
- I. Um sistema de gestão eficaz com um forte compromisso com a segurança e uma forte cultura de segurança;

- II. Adequada seleção de local e a incorporação de um bom projeto com características de engenharia (barreiras físicas) que forneça margens de segurança, diversidade e redundância; e
- III. Procedimentos e práticas operacionais abrangentes, bem como procedimentos de gestão de acidentes.

As barreiras físicas que impedem a liberação de material radioativo em um reator nuclear são normalmente (Figura 4):

- a) Matriz do combustível;
- b) Revestimento do combustível;
- c) Fronteira do sistema de refrigeração do reator; e
- d) Sistema de contenção.

Figura 4 - Defesa em profundidade (barreiras físicas)



Fonte: Adaptado de (THUMA, 2010)

A organização, uma vez implementado o seu sistema de gestão, deve passar por inspeções e auditorias conduzidas pelo órgão licenciador a fim de comprovar que medidas são tomadas para evitar riscos ao homem, a sociedade e ao meio ambiente.

Dentro desse raciocínio, o meio naval com propulsão nuclear e sua respectiva Base Naval de Apoio (BNA), deve adotar um sistema de gestão da qualidade voltado às atividades a serem

realizadas na BNA como uma ferramenta que conduzirá a organização a atender os requisitos do órgão licenciador em prol da segurança nuclear.

O órgão licenciador conduz o processo de licenciamento da planta nuclear, seja ela fixa ou móvel, durante todo seu ciclo de vida, incluindo as fases de projeto, construção, comissionamento, operação e descomissionamento.

Com relação à fase de operação do meio naval com propulsão nuclear, este irá necessitar de uma instalação de apoio para conduzir atividades de manutenção e reparo que, por sua vez, também irá necessitar de um sistema de gestão próprio, com características singulares, ficando evidente que a instalação de apoio também passa por um processo de licenciamento, como preconizado pelo órgão licenciador brasileiro.

Diante do exposto, essa pesquisa demonstra um ineditismo, oferecendo subsídios para a implantação de um SGQ de uma base naval de apoio ao meio naval com propulsão nuclear, satisfazendo um requisito obrigatório do órgão regulador nacional e as recomendações da IAEA.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual deve ser a cobertura de um programa de garantia de qualidade (PGQ) a ser adotado por uma BNA que prestará serviços de manutenção, reparo e apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear?

1.4 ESCOPO

Este trabalho restringe-se à elaboração de proposta de um PGQ que servirá para a implementação de um SGQ da BNA que prestará serviço de manutenção e reparo ao meio naval com propulsão nuclear.

Importante mencionar que os procedimentos citados no corpo do texto da proposta de PGQ (Apêndice A) não foram elaborados neste trabalho. Trata-se meramente de exemplos e caberá à organização a sua elaboração.

Não é intenção deste trabalho discorrer sobre questões técnicas da área de engenharia nuclear, física de reatores ou proteção radiológica etc. Esses assuntos, se tratados, serão abordados de forma superficial, pois o foco do projeto é o Programa de garantia da qualidade.

1.5 OBJETIVO

1.5.1 Objetivo Geral

Propor um PGQ para uma BNA prestadora de serviços de manutenção submarino convencional com propulsão nuclear.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Identificar os elementos constituintes de uma Base Naval de Apoio ao submarino convencional de propulsão nuclear.
2. Identificar o uso de programas de garantia da qualidade em instalações nucleares, de preferência, em bases navais que prestam serviços de manutenção e reparo.
3. Identificar a abrangência de um programa de garantia da qualidade em instalações nucleares, de preferência, em bases navais que prestam serviços de manutenção e reparo.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para atender ao objetivo exposto acima, este trabalho está dividido em 7 seções. A primeira, apresenta uma introdução contextualizando a lacuna regulatória encontrada no setor nuclear naval e a sua relevância no cenário brasileiro. Também traz a formulação do problema e os objetivos que se pretende atingir.

A segunda seção traz alguns conhecimentos no tocante à Agência internacional de Energia Atômica, licenciamento nuclear, processo de licenciamento nuclear brasileiro, documentos de licenciamento, papel do organismo licenciador, controle e garantia da qualidade e períodos de manutenção de um meio naval, importantes para compreensão deste trabalho.

A terceira, foca nos materiais e métodos utilizados na pesquisa. Foi conduzido pesquisas bibliográfica, documental e de campo. A pesquisa bibliográfica, documental e o PGQ coletado na Usina de Angra I geraram uma proposta de PGQ. Outro ponto a ser mencionado foi que a pesquisa de campo também serviu para validar o PGQ proposto pelo pesquisador, por meio de entrevistas com especialistas da área.

A quarta seção, por sua vez, destaca os resultados obtidos na seção anterior, ou seja, a caracterização de uma Base Naval de Apoio e a identificação e abrangência dos PGQ utilizados no setor nuclear.

A quinta seção trouxe as análises realizadas, onde foram combinados os conhecimentos adquiridos na produção de um PGQ para uma usina nuclear convencional com as características e sistemas presentes em uma Base Naval de Apoio a um submarino convencional de propulsão nuclear.

Por fim, a sexta e última seção traz as conclusões e recomendações encontradas pelo autor e os comentários finais deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados os conceitos básicos, embasamento teórico, termos e definições necessários à compreensão deste trabalho.

2.1 AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA

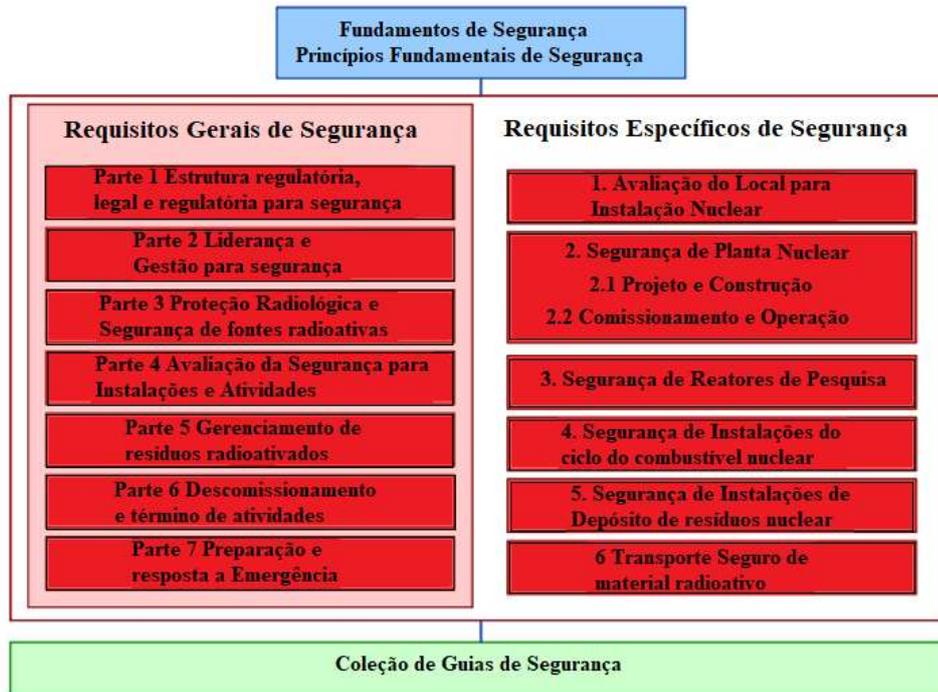
A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, do inglês *International Atomic Energy Agency*) foi criada em 1957 em resposta aos temores advindos dos diversos usos da energia nuclear. Pode-se dizer que sua gênese se deu no discurso “*Atoms for Peace*” do presidente dos Estados Unidos² Dwight David Eisenhower, durante a Assembleia Geral das Nações Unidas em 8 de dezembro de 1953. A ratificação do Estatuto da Agência pelo Presidente Eisenhower em 29 de julho de 1957 iria marcar o nascimento oficial da entidade (IAEA, 1998).

A IAEA foi concebida como uma organização mundial, dentro da família das Nações Unidas com o propósito de promover tecnologias nucleares seguras e pacíficas em conjunto com seus estados membros. Adicionalmente, serve como fórum intergovernamental de cooperação na área científica e tecnológica entre os países membros.

Além do programa de cooperação técnica, compartilhamento de conhecimento e de técnicas em escala global, a Agência possui um conjunto de padrões de segurança (*safety standards*) que servem como referência global na garantia da proteção das pessoas e do meio ambiente, contribuindo para um alto nível de segurança harmonizado em todo mundo.

²Presidente dos Estados Unidos entre 1953 até 1961.

Figura 5 - Hierarquização dos Padrões da Padrões da IAEA



Fonte: elaboração própria.

Esse arcabouço de padrões hierarquizados consiste em três níveis de publicações:

- Fundamentos de Segurança (*Safety Fundamentals*);
- Requisitos de Segurança (*Safety Requirements*); e
- Guias de Segurança (*Safety Guides*).

Os Fundamentos de Segurança estabelecem o objetivo fundamental de segurança e os princípios de proteção e segurança que devem ser observados por uma entidade ou nação.

Os Requisitos de Segurança estabelecem os requisitos que devem ser seguidos para garantir a proteção das pessoas e do meio ambiente.

Os Guias são documentos mais práticos destinados a fornecer recomendações e orientações de como cumprir um determinado Requisito de Segurança. Em outras palavras, os guias (*safety guides*) são apresentados como as boas práticas para ajudar o usuário a alcançar um alto nível de segurança (IAEA, 1998).

Cabe ressaltar que os requisitos (*Safety Requirement*) e guias (*Safety Guides*) elaborados pela AIEA são de uso opcional pelos países membros. Entretanto, como são práticas estabelecidas por intermédio de um consenso entre os países membros, o seu uso é encorajado,

podendo servir como norteador regulatório para as atividades do órgão licenciador de meios de propulsão nuclear.

Em seu documento base, Princípios Fundamentais de Segurança (2006), a IAEA preconiza 10 princípios basilares e 3 objetivos a serem alcançados:

- Princípio 1: Responsabilidade para Segurança;
- Princípio 2: Papel do Governo;
- Princípio 3: Liderança e Gerenciamento para a Segurança;
- Princípio 4: Justificação de Instalações e Atividades;
- Princípio 5: Otimização da Proteção;
- Princípio 6: Limitação de Riscos para indivíduos; e
- Princípio 7: Proteção da Geração presente e futuras
- Princípio 8: Prevenção de Acidentes
- Princípio 9: Preparação e Resposta à Emergência
- Princípio 10: Ações de proteção para reduzir riscos de radiação existentes ou não regulamentadas.

E os objetivos:

- a) Controlar a exposição de pessoas à radiação e liberação de material radioativo ao Meio Ambiente;
- b) Restringir a probabilidade de eventos que possa levar à perda de controle sobre o núcleo de um reator, reação em cadeia ou qualquer outra fonte de radiação; e
- c) Mitigar as consequências de tais eventos caso ocorram.

Diante disto, pode-se dizer que os 10 princípios são a forma, ou maneira, de se chegar aos 3 objetivos pretendidos.

Os princípios supracitados podem ser resumidos da seguinte maneira:

Princípios 1: A responsabilidade principal pela segurança deve ser da pessoa ou organização responsável pela instalação e as atividades que dão origem aos riscos de radiação.

Princípios 2: Uma estrutura legal e governamental eficaz para a segurança, incluindo o estabelecimento de um órgão regulador independente.

Princípio 3: Liderança e gerenciamento eficaz para a segurança devem ser estabelecidos por organizações preocupadas com as instalações e atividades que podem dar origem a riscos de radiação.

Princípio 4: Instalações e atividades que ocasionarem riscos de radiação devem prover um benefício superior aos riscos envolvidos na atividade.

Princípio 5: A proteção deve ser otimizada visando fornecer o mais alto nível de segurança que pode ser razoavelmente alcançado, ou seja, as medidas de segurança adotadas devem proporcionar o mais alto nível de segurança sem limitar indevidamente as atividades a serem realizadas.

Princípio 6: As medidas de controle dos riscos de radiação devem garantir que nenhum indivíduo seja exposto a níveis de radiação que possam lhe causar danos, ou seja, as doses de radiação devem ser controladas dentro de limites especificados.

Princípio 7: As pessoas e o meio ambiente devem ser protegidas contra os riscos de radiação, no presente e no futuro.

Princípio 8: Todos os esforços práticos devem ser adotados buscando prevenir e mitigar acidentes nucleares ou de radiação. Assim, medidas devem ser tomadas visando prevenir a ocorrência de falhas ou condições anormais que podem levar a perda de controle da fonte radioativa.

Princípio 9: Devem ser tomadas providências de prontidão e resposta a emergência nucleares ou radiológicas. Devem ser tomadas medidas práticas visando mitigar suas consequências à vida humana e ao meio ambiente.

Princípio 10: As ações de proteção buscando reduzir os riscos de radiação existentes ou não regulamentada devem ser justificadas e otimizadas.

Por fim, para alcançar os mais altos níveis de segurança estabelecidos pelas normas da IAEA, é necessária uma entidade regulatória nacional que estabeleça um processo de licenciamento alinhado com os fundamentos de segurança elencados, resultando na emissão de uma ou mais licenças durante o ciclo de vida de uma instalação nuclear.

2.2 LICENCIAMENTO NUCLEAR

Analisando a etimologia da palavra licenciamento, percebe-se que a palavra deriva do verbo licenciar, que por sua vez tem origem do termo em latim *licentiar* e *licentia* que significa

liberdade. Licenciamento pode ser entendido como o ato de conceder uma licença para um determinado fim (MEUDICIONÁRIO.ORG, s.d.).

A IAEA define licença aplicada à área nuclear, como “um documento legal emitido pelo órgão regulador que concede autorização para projetar uma instalação nuclear e executar atividades específicas” (IAEA, 2010, p. 3).

Pode-se afirmar que o objetivo da licença é o estabelecimento do controle regulatório do órgão licenciador sobre todas as atividades e instalações do licenciado. Ademais, a licença é o produto final de um processo de licenciamento, o qual abrange um determinado período da vida útil de uma instalação nuclear (IAEA, 2010).

Para uma instalação nuclear poder iniciar sua operação, a organização responsável deve solicitar ao órgão licenciador uma licença para dar início ou continuar suas atividades caso esta tenha realizado alguma parada programada para manutenção ou tenha realizado alguma alteração na instalação. É importante ressaltar que as licenças emitidas pelo órgão licenciador devem abranger todas as fases da vida útil da instalação nuclear, ou seja, as fases de: avaliação do local, projeto, construção, comissionamento, operação e descomissionamento. Após o descomissionamento e a remediação da área onde outrora operava a instalação nuclear, em não havendo risco radiológico e de contaminação para as pessoas e o meio ambiente, a área é liberada do controle regulatório.

Segundo a IAEA (2010), a licença pode ser concedida em três casos:

1. Por um período específico, ou por um estágio específico da vida útil da instalação, como por exemplo o período de operação;
2. Por um período indefinido, ou seja, uma licença permanente, desde que o licenciado cumpra certas exigências durante a respectiva fase; e
3. Para uma atividade ou condição específica, como por exemplo um armazenamento temporário de resíduos.

Para obter a licença, o licenciado deve cumprir um conjunto de requisitos descritos em um arcabouço regulatório, de cumprimento obrigatório, determinado pelo órgão licenciador, cabendo ao Estado definir e constituir um órgão licenciador para as atividades desenvolvidas em território nacional.

2.3 PROCESSO DE LICENCIAMENTO NUCLEAR BRASILEIRO

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é a entidade designada para atuar como órgão licenciador nuclear em território nacional. A autarquia federal é vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e foi criada em 1956 com o propósito de atuar nas áreas de radioproteção, segurança nuclear, pesquisa e desenvolvimento de tecnologias nucleares. Adicionalmente, atua como órgão licenciador, responsável pelo licenciamento de instalações nucleares e radioativas, fiscalização das atividades relacionadas e o estabelecimento de normas e regulamentos (CNEN, 2020).

O processo de licenciamento nuclear brasileiro, para uma usina com uma planta nuclear convencional, consiste das seguintes etapas (CNEN, 2002):

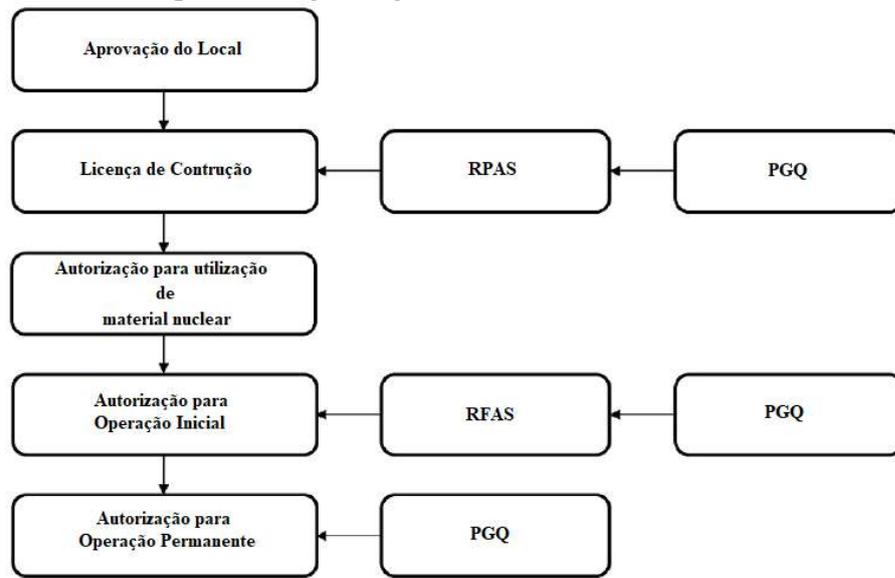
1. Aprovação do local;
2. licença de construção;
3. autorização para utilização de material nuclear;
4. autorização para operação inicial; e
5. autorização para operação permanente.

Na Figura 6 percebe-se que para cada etapa do processo de licenciamento, se faz necessário a apresentação por parte do requerente de documentação específica, entre elas o Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS), Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS) e o PGQ, analisados com mais detalhes no tópico 2.5.

Cabe ressaltar que a apresentação desses documentos é indispensável para a organização emitir as licenças nas suas diversas etapas da vida útil da instalação nuclear.

Além disso, segundo a CNEN, a operadora deve manter um plano preliminar de descomissionamento durante a vida útil da usina e apresentar um plano final de descomissionamento 2 anos antes do fim de sua operação comercial, para poder obter a autorização para descomissionamento.

Figura 6 - Etapas do processo de licenciamento



Fonte: adaptado de (FERREIRA JUNIOR e CAMPOS, 2020).

Além da licença emitida pela CNEN, o licenciado necessita da licença ambiental para poder operar uma instalação nuclear. A licença ambiental é emitida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), autarquia vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

De forma análoga ao licenciamento nuclear, o Licenciamento Ambiental pode ser definido como um instrumento de gestão pública que, por meio dele, o estado busca exercer o controle sobre as atividades humanas que interferem no meio ambiente (BRASIL, 2016).

De acordo com o inciso IV do art. 4º da Resolução nº 237/1997 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), compete ao Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos recursos Naturais renováveis (IBAMA) o licenciamento ambiental de empreendimentos:

“IV - Destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN” (CONAMA, 1997, p. 2).

Desta forma, para a construção de uma planta nuclear, o requerente deverá obter tanto a licença de construção emitida pela CNEN como a licença ambiental, por meio do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), submetidos ao IBAMA.

2.4 LICENCIAMENTO NUCLEAR NAVAL

Como já explicitado neste trabalho, a CNEN não possui competência prevista na lei nº 4.118 de 27 de agosto de 1962 (lei de criação da CNEN) e nem arcabouço regulatório voltado ao licenciamento de projeto e construção de meios navais dotados de propulsão nuclear, pois além da componente nuclear, existe também a componente naval.

Dito isto, a norma CNEN-NE-1.04 – Licenciamento de Instalações Nucleares, declara:

“1.2.1 O processo estabelecido nesta Norma se aplica às atividades relacionadas com a localização, construção e operação de instalações nucleares, abrangendo as seguintes etapas: - Aprovação do Local; - Licença de Construção (total ou parcial); - Autorização para Utilização de Materiais Nucleares; - Autorização para Operação Inicial; - Autorização para Operação Permanente; - Cancelamento de Autorização para Operação.

1.2.1.1 Excluem-se aquelas atividades relacionadas com reatores nucleares utilizados como fonte de energia em meio de transporte, tanto para propulsão como para outros fins.” (CNEN, 2002, p. 3).

Em 2020 ocorreu a sanção presidencial à lei nº 13.976, que deu ao Comando da Marinha a atribuição de licenciar e fiscalizar o Meio Naval com propulsão nuclear, resolvendo a lacuna existente relacionada ao licenciamento de meios navais com propulsão embarcada.

“[...] caberá ao Comando da Marinha promover o licenciamento e a fiscalização dos meios navais e suas plantas nucleares embarcadas para propulsão, por organização militar independente específica para esse fim, além do transporte de seu combustível nuclear.” (DOU, 2020).

Além de estabelecer o órgão licenciador voltado para um Meio naval com propulsão nuclear, o Estado deve estabelecer a figura de uma Autoridade de Segurança Nuclear (ASN) totalmente independente da organização operadora (GUIMARÃES, 1999).

Desta forma, cabe ao órgão licenciador naval a missão de:

1. Estabelecer uma base regulamentar específica para a realidade naval, porém alinhada com a base normativa e as boas práticas da CNEN em conformidade com as recomendações da IAEA.
2. Regular e fiscalizar a segurança naval e segurança nuclear do submarino convencional com propulsão nuclear;

3. Assessorar a Autoridade de Segurança Nuclear (ASN) nas decisões a serem tomadas referentes ao Meio Naval com propulsão nuclear.

Segundo Guimarães (1999), a ASN deve ser provida de poderes legais e autoridade para controlar o processo de licenciamento do Meio Naval com propulsão nuclear por intermédio de licenças administrativas, garantindo à sociedade que os indivíduos, o público e o meio ambiente estão seguros contra os efeitos nocivos das radiações ionizantes advindas do meio naval.

Outro aspecto importante a ser mencionado, que difere do licenciamento de uma planta nuclear convencional, é o fato de que o licenciamento do Meio Naval com propulsão nuclear para fins militares é isento de licença ambiental. A alínea “f” do inciso XIV do art. 7º da Lei complementar nº 140/2011 excetua de licenciamento ambiental, nos termos de ato do Poder Executivo, os empreendimentos militares de atividades e empreendimentos da União, destinados ao preparo e emprego das forças Armadas (BRASIL, 2011).

É importante notar que o licenciamento de um Meio naval de propulsão nuclear também difere do licenciamento de uma planta nuclear convencional no que se refere as etapas de avaliação do local e liberação do local do ato uma vez que não há estas etapas no licenciamento do meio naval devido seu caráter móvel.

Ainda assim, o meio naval com propulsão nuclear deve ser licenciado nas fases de projeto, construção, comissionamento, operação e descomissionamento, todas emitidas por meio da ASN, assessorado por um órgão licenciador naval.

Logo, pode-se afirmar que a Base Naval de Apoio (BNA), cuja função é apoiar o submarino convencional com propulsão nuclear, também deve passar por um processo de licenciamento devido os riscos inerentes às atividades no reestabelecimento das condições operativas do meio naval com propulsão nuclear.

Cabe destacar duas configurações possíveis com relação a BNA. A primeira é a Base de Apoio vista isoladamente, ou seja, sem o meio naval atracado ou docado em suas instalações. O segundo caso seria a BNA com o submarino utilizando seus serviços, podendo ser analisado como uma estrutura nuclear única.

Segundo Talarico et al (2015), o processo de licenciamento ocorre separado, mas é importante não deixar de analisar as interações que ocorrem entre a Base e o Meio Naval. As questões de segurança nuclear deverão ser observadas sob a ótica do Meio Naval e sua Planta nuclear embarcada.

2.5 DOCUMENTOS DO LICENCIAMENTO

Conforme apresentado na Figura 6 do item 2.3 deste trabalho, o requerente da licença necessita submeter uma série de documentos ao órgão licenciador para poder operar.

Dentre eles, constam o Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS), o Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS) e o Programa de Garantia da Qualidade (PGQ).

É importante salientar que o RPAS e o RFAS são documentos que descrevem a instalação, apresentam as bases de projeto, os limites de operação, e análise de segurança e outras informações técnicas sobre a planta nuclear.

A análise de segurança que esses relatórios visam documentar, pode ser definido como:

“o estudo, exame e descrição do comportamento previsto da instalação nuclear durante toda sua vida, em situações normais, transitórias e de acidentes postulados, com o objetivo de determinar as margens de segurança previstas em operação normal e em regime transitório e a adequação de itens para prevenir acidentes e atenuar as consequências dos acidentes que possam ocorrer” (MELO, 2013 apud AMARAL, 2016).

Pode-se dizer que esses documentos são o meio pelo qual a organização pode demonstrar que certo nível de segurança foi atingido. Eles também servem como base para a tomada de decisão administrativa referente ao processo de licenciamento conduzido pelo órgão licenciador (GUIMARÃES, 1999).

Para requerer à Licença de construção, o requerente deverá apresentar o RPAS e o Plano Preliminar de Proteção Física. O RPAS consiste nos seguintes tópicos (CNEN, 2002):

1. Qualificações técnicas do requerente;
2. Descrição e análise de segurança do local destinado à instalação;
3. Descrição e análise da instalação, com atenção especial às características de projeto e de operação;
4. Projeto preliminar da instalação;
5. Análise preliminar e avaliação do projeto e desempenho de itens da instalação, com o objetivo de avaliar o risco para a saúde e segurança da população, resultante de sua operação;

6. Descrição e justificativa da escolha das variáveis, condições ou outras características que possam ter influência significativa no projeto final;
7. Planos preliminares de treinamento do pessoal a ser envolvido na operação inicial e permanente, e planos preliminares para a condução das operações;
8. Programa de Garantia da Qualidade, do requerente e dos contratados principais;
9. Caracterização dos itens da instalação que requeiram pesquisa e desenvolvimento para confirmar a adequação de seu projeto; caracterização e descrição do programa de pesquisa e desenvolvimento que será conduzido para resolver problemas de segurança associados com tais itens;
10. Identificação dos riscos potenciais para funcionamento de itens importantes à segurança;
11. Planos Preliminares para Procedimentos em Situações de Emergência;
12. Descrição dos sistemas de controle de liberação de efluentes e rejeitos radioativos;
e
13. Descrição do Plano Preliminar de Proteção contra Incêndio.

Para a autorização de operação da instalação nuclear, o requerente precisa apresentar ao órgão licenciador o RFAS e o Plano Final de Proteção Física.

O RFAS deve conter as seguintes informações (CNEN, 2002):

1. Resultados de programas de monitoração ambiental e meteorológica que tenham sido desenvolvidos desde a concessão da Licença de Construção;
2. Descrição e análise dos itens e da instalação, com atenção especial aos requisitos de desempenho, às bases, com as respectivas justificações técnicas, segundo as quais tais requisitos foram estabelecidos, e às avaliações exigidas para demonstrar que as funções de segurança serão cumpridas;
3. Para reatores nucleares, descrição de itens tais como o núcleo do reator, sistema de resfriamento do reator, sistema de instrumentação e controle, sistemas elétricos, sistema de contenção, outros dispositivos técnicos de segurança, sistemas auxiliares e de emergência, sistemas de conversão de energia, sistemas de manuseio de rejeitos radioativos e sistemas de manuseio de combustível;

4. Para outras instalações, análise dos processos químicos, físicos, metalúrgicos ou nucleares a serem realizados, sistemas de instrumentação e controle, sistemas de ventilação e de filtragem, sistemas elétricos, sistemas auxiliares e de emergência e sistemas de manuseio de rejeitos radioativos;
5. Informações sobre controle de liberação de materiais radioativos e a descrição do equipamento e dos procedimentos para o controle de efluentes líquidos e gasosos;
6. Espécies e quantidades de materiais radioativos que serão produzidos na operação, e os meios de controle e de limitação de efluentes radioativos e de irradiação;
7. Análise final e avaliação do projeto, como construído, e comportamento de itens, com a finalidade de avaliar o risco para a saúde e a segurança da população como um todo, resultante da operação da instalação;
8. Descrição e avaliação dos resultados dos programas do requerente e contratados principais, incluindo pesquisa e desenvolvimento, se for o caso, para demonstrar que foram solucionados quaisquer problemas de segurança identificados na fase de construção;
9. Programa de Garantia da Qualidade, programa de testes pré-operacionais e operação inicial, programa de condução de operação normal e a identificação dos riscos potenciais a que estão sujeitos itens importantes à segurança da operação;
10. Plano de Emergência;
11. Especificações técnicas com informações de: limites de segurança, valores limites de ajuste de sistema de segurança, condições limites de operação, requisitos para inspeções e testes periódicos, efluentes radioativos etc.; e
12. Plano de Proteção Contra Incêndio.

Com relação à elaboração desses dois documentos, o órgão regulador americano, *United States Nuclear Regulatory Commission* (NRC), por meio da NUREG-0800³, versa sobre o conteúdo dos Relatórios de Análise de Segurança (RAS).

³Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition (NUREG-0800, Formerly issued as NUREG-75/087)(NRC, 2020).

A NUREG (2020) são relatórios ou brochuras sobre decisões regulatórias, resultados de pesquisas, resultados de investigações de incidentes e outras informações técnicas e administrativas emitidas pela NRC.

Pode-se afirmar que o RAS, descrito pela NUREG-0800, serve de base para a elaboração do RPAS e RFAS adotados no processo de licenciamento nuclear no Brasil. Isso se deve ao fato de que a primeira usina brasileira, Angra I, ser um projeto americano que já estava adequado aos requisitos da NUREG. O formato americano já era consolidado, aberto e bem-sucedido. Além disso, esse formato já havia licenciado várias usinas com projeto semelhante à Angra I nos Estados Unidos.

Nesse contexto, o RAS é composto de 19 capítulos, a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução e Interfaces;
- Capítulo 2 – Características e parâmetros do local;
- Capítulo 3 – Projeto de Estruturas, Componentes, Equipamentos e Sistemas;
- Capítulo 4 – Reator;
- Capítulo 5 – Sistema de refrigeração do reator e sistemas conectados;
- Capítulo 6 – Recursos de segurança projetados;
- Capítulo 7 – Instrumentação e controles;
- Capítulo 8 – Energia Elétrica;
- Capítulo 9 – Sistemas Auxiliares;
- Capítulo 10 – Vapor e sistema de conversão de energia;
- Capítulo 11 – Gerenciamento de Resíduos Radioativos;
- Capítulo 12 – Proteção contra radiação;
- Capítulo 13 – Conduta de Operações;
- Capítulo 14 – Programa de Teste Inicial e Padrão de inspeções, testes, análises e critérios de aceitação;
- Capítulo 15 – Análise de Transientes e Acidentes;
- Capítulo 16 – Especificações Técnicas;

- Capítulo 17 – Garantia de Qualidade;
- Capítulo 18 – Engenharia de fatores humanos; e
- Capítulo 19 – Acidentes Graves.

Nesse contexto, o capítulo 17 no modelo de RAS adotado pela NUREG trata da garantia da qualidade. É nesse capítulo onde deve constar o PGQ, estabelecendo as bases do Sistema de Garantia da Qualidade (SGQ) implementado na organização.

Com relação à elaboração do PGQ, a CNEN emitiu a norma CNEN-NN-1.16 – Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras Instalações, cujo objetivo é determinar os requisitos a serem adotados no estabelecimento e implementação de um Sistema de Garantia da Qualidade pelo requerente (CNEN, 2000).

Segundo a norma, para o estabelecimento de um SGQ é necessário que a organização execute ações ordenadas e planejadas de controle e garantia de qualidade às atividades que influem nas características de itens importantes à segurança, abordando os seguintes assuntos:

- Controle de Documentos;
- Controle de Projeto;
- Controle de Aquisições;
- Controle de Material;
- Controle de Processos;
- Controle de Inspeção e Testes;
- Controle de Itens não conformes;
- Ações Corretivas;
- Registros de Garantia da Qualidade; e
- Auditorias.

O requerente, para fins de licenciamento, deve submeter tanto o próprio PGQ quanto o de seus contratados principais para uma avaliação do órgão regulador. Ademais, é obrigatório por parte do requerente o estabelecimento e a implementação de um SGQ para a instalação nuclear poder operar.

Cabe ressaltar que os elementos aplicáveis do SGQ deverão sofrer auditorias interna e externa para comprovação do seu estabelecimento, por meio de exames, inspeções, análise das evidências objetivas e outros meios julgados pertinentes pelo órgão licenciador (CNEN, 2000).

2.6 PAPEL DO ÓRGÃO LICENCIADOR

Conforme já mencionado, a CNEN é o órgão responsável pelo licenciamento de instalações nucleares em terra no território nacional. A comissão tem por finalidade institucional:

- “I.Colaborar na formulação da Política Nacional de Energia Nuclear;
 - II.Executar ações de pesquisa, desenvolvimento, promoção e prestação de serviços na área de tecnologia nuclear e suas aplicações para fins pacíficos dispostos na Lei nº7781 de junho de 1989; e
 - III.Regular, licenciar, autorizar, controlar e fiscalizar essa utilização.
- À Comissão deliberativa compete:
- I.Propor medidas necessárias à orientação da Política Nacional de Energia Nuclear;
 - II.Deliberar sobre diretrizes, planos e programas;
 - III.Aprovar as normas e regulamentos específicos da CNEN;
 - IV.Deliberar sobre a instalação e a organização de laboratórios de pesquisa e outros órgãos no âmbito da competência da CNEN;
 - V.Emitir autorizações para a construção e operação de reatores e de instalações do ciclo combustível nuclear;
 - VI.Elaborar propostas sobre tratados, acordos, convênios ou compromissos internacionais em matéria de energia nuclear;
 - VII.Gerir o Fundo Nacional de Energia Nuclear;
 - VIII.Estabelecer normas sobre receita resultante das operações e atividades da CNEN;
 - IX.Propor a criação de entidades que venham a operar no âmbito de competência da CNEN;
 - X.Opinar sobre a concessão de patentes e licenças que envolvam a utilização de tecnologia nuclear.
- Parágrafo único. A Comissão Deliberativa é composta pelo Presidente, pelos três Diretores da CNEN e por uma pessoa indicada pelo Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação” (CNEN, 2015).

Diante desse contexto, ao redirecionar para a questão naval/marítima, convém evidenciar que um Navio dotado de propulsão nuclear e sua respectiva Base de apoio, também necessitam de um órgão licenciador para fiscalizar e regular suas atividades.

Com relação à estrutura regulatória, legal e governamental de segurança, a IAEA evidenciou os requisitos nos quais todas as instalações nucleares, dos mais variados tipos e espectros de atividades devem estar submetidas. Estes requisitos de segurança englobam todos os estágios da instalação nuclear, ou seja, toda sua vida útil, até a liberação do controle regulatório que ocorre após o processo de descomissionamento (IAEA, 2016).

Segundo a IAEA (2016), cabe ao governo estabelecer a política nacional de segurança por meio de diversos instrumentos, estatutos e leis. Dessa forma, cabe ao órgão regulador, designado pelo governo, a função de implementar as políticas e estratégias definidas em suas próprias normas. É importante que o papel do governo e do órgão licenciador estejam claramente definidos para permitir a operação segura de uma planta nuclear.

Com relação às obrigações, regras e princípios do órgão regulador, a IAEA enuncia (IAEA, 2010):

- I. Antes do requerente apresentar sua candidatura, deve haver uma fase preparatória durante a qual os requisitos de segurança são definidos e comunicados ao requerente;
- II. O órgão regulador deve desenvolver um arcabouço regulatório para o processo de licenciamento, de forma clara e transparente;
- III. O marco regulatório deve conceder poderes ao órgão regulador para conduzir revisões, avaliações e inspeções de: Evidências de que o requerente é capaz de cumprir com os requisitos regulamentares, descrições e reivindicações na documentação do requerente ou licenciado, conformidade do licenciado com as normas e regulamentos e a contínua capacidade e competência do licenciado;
- IV. O marco regulatório também deve dar poderes ao órgão licenciador para tomar decisões regulatórias e conceder, alterar, suspender ou revogar licenças, condições ou autorizações;
- V. Deve ser conduzida uma avaliação inicial no requerente para avaliar sua competência e para que garanta que ele será capaz de gerenciar as fases posteriores do projeto;
- VI. O órgão regulador deve estabelecer um sistema formal de gestão para tratar das licenças dos requerentes, tanto os pedidos iniciais como os consequentes. Além

disso, o sistema deve estabelecer as responsabilidades dentro do órgão para tomar a decisão de aceitar ou não a solicitação do requerente. Toda a documentação deve ser registrada e mantida, do início até o período posterior ao fim das atividades do empreendimento.

- VII. A avaliação e inspeção do órgão licenciador dependerá do tipo de instalação e das atividades por ela desenvolvidas. Também dependerá da fase em que se encontra o empreendimento.
- VIII. O órgão licenciador pode requisitar uma reavaliação da segurança da instalação nuclear e de suas atividades tendo em vista: experiência adquirida na instalação nuclear, informações obtidas de testes relevantes e de pesquisa e desenvolvimento de novos conhecimentos, mudanças no marco regulatório e regulamentos, e mudança nas condições da planta nuclear;
- IX. Após a reavaliação, o órgão licenciador pode optar por interromper as operações do licenciado, dependendo do resultado das avaliações de segurança. As operações devem retornar quando o órgão licenciador estiver satisfeito com a demonstração da segurança por parte do licenciado;
- X. Antes da licença ser concedida pelo órgão licenciador, é necessário verificar se o requerente possui: um sistema de gestão; procedimentos claros no intuito de analisar e aprovar modificações que tem impacto na segurança ou em sistemas e componentes de estruturas, projeto, análise de segurança, limites e condições operacionais, segurança relacionada a documentos e softwares, sistema de gestão e gestão da segurança; contrato de seguro ou garantia financeira; comprovação de que o pessoal em posições de responsabilidade ou em posições sensíveis estão realmente engajados;
- XI. O órgão regulador deve assegurar que as modificações propostas pelo licenciado são categorizadas pelo próprio licenciado de acordo com o impacto na segurança. Essa categorização deve seguir um procedimento estabelecido pelo licenciado e o licenciador deve estar de acordo. Toda e qualquer modificação realizada pelo licenciado que impacta na segurança do empreendimento deve ter autorização do órgão licenciador;
- XII. Durante o processo de licenciamento, o licenciador deve assegurar que o licenciado estabeleça um sistema de *feedback* para aprender a partir da própria experiência (em relação aos aspectos de engenharia, humanos e organizacionais). O licenciador pode inspecionar o licenciado para verificação de tal sistema; e

- XIII. Deve ser asseguradas disposições regulamentares por parte do licenciador para assegurar que, se a data de expiração da licença acontecer, a organização encarregada da planta nuclear não seja exonerada da responsabilidade pela segurança nuclear da planta até que o regulador assim desejar.

É importante destacar que essas obrigações, regras e princípios são aplicáveis ao órgão licenciador naval, com as devidas adaptações devido a especificidade da planta nuclear embarcada já descrita anteriormente, que terá como missão principal licenciar o meio naval de propulsão nuclear.

Cabe ressaltar que a Base de Apoio é uma instalação de terra, e como tal, ela será licenciada pela CNEN, que já possui know-how em instalações semelhantes.

2.7 CONTROLE DA QUALIDADE

Este tópico tem como objetivo trazer um breve resumo da evolução do controle da qualidade e os conceitos e definições encontradas pelo autor deste projeto.

Primeiramente, na fase conhecida como controle da qualidade do artesão, no final do século 19, tinha-se um processo fabril composto de um artesão ou um número muito pequeno de artesões. Cada um era responsável por todas as etapas de produção do produto. Desta forma, cada trabalhador controlava a qualidade do produto feito pelas suas próprias mãos.

No início do século 20, com o surgimento da Revolução industrial e o advento da produção em larga escala, o processo de fabricação havia se alterado. Os artesãos deixaram de executar a produção completa do item e de controlar a qualidade. Houve uma divisão mais organizada do trabalho e o surgimento da figura do Supervisor. Cada grupo de operários que possuíam as mesmas atividades eram subordinados a um supervisor, que por sua vez era responsável pelo controle de qualidade e pelos serviços que os operários, porventura, deixavam de executar. Iniciava-se então a fase de controle da qualidade do supervisor (FERNANDES, 2011) (FEIGENBAUM, 1983).

Durante a Primeira Guerra Mundial, o sistema produtivo havia ficado mais complexo, muito por conta da preocupação com a qualidade, que refletia diretamente na segurança dos armamentos produzidos. Pela primeira vez o inspetor em tempo integral apareceu no chão de fábrica. Outro ponto fundamental foi a separação do setor de inspeção do setor da operação. Entretanto, a inspeção era realizada em 100% da produção, o que acarretava um gargalo na

produção. Esse período foi chamado de controle da qualidade do inspetor (FERNANDES, 2011) (FEIGENBAUM, 1983).

Entre as décadas de 20 e 30, com o aumento massivo de inspeções, os departamentos de inspeção cresceram o suficiente para serem chefiados por superintendentes. Na década de 30, Walter Shewhart dá os primeiros passos para a criação do controle estatístico de qualidade. Ele e mais dois colegas, todos do laboratório da Bell System, desenvolveram técnicas de amostragem que permitiam inspeção por amostragem ao invés de 100% de inspeções da produção. Os inspetores utilizavam ferramentas como cartas de controle e técnicas de amostragem. É importante mencionar as cartas de controle fizeram com que não apenas o produto, mas o processo também fosse controlado. Outro ponto que merece destaque é que problemas com a qualidade passaram a ser detectados previamente, antes do término do processo produtivo. Essa etapa foi conhecida como Controle estatístico da qualidade (FERNANDES, 2011).

Dado essa rápida introdução histórica, cabe trazer à baila a definição do termo qualidade. Muitas definições do termo podem ser encontradas na literatura. Foram selecionadas algumas definições para um maior esclarecimento.

Segundo Juran, qualidade é definida como adequação ao uso. Em edições mais recentes do seu livro, Juran's Quality Handbook, o autor modifica sua própria definição por outra que fosse aplicada a qualquer situação. Desta forma, Juran define qualidade como adequação ao propósito (JURAN e DE FEO, 2010).

Para Feigenbaum, qualidade é estabelecida pelo cliente e não pelo projetista, nem pelo pessoal de marketing e muito menos pela alta administração. Para o autor, qualidade é definida como um conjunto de características de marketing, engenharia, fabricação e manutenção de um produto ou serviço em uso que satisfaz às expectativas do cliente (FEIGENBAUM, 1983).

A definição de Crosby é curta e direta, para ele, qualidade é conformidade com os requisitos. E o autor completa, qualidade é o melhor dentro de certas condições do cliente, ou seja, condições de uso real e preço de aquisição do produto. O autor faz a seguinte analogia com a definição de qualidade de vida: definir qualidade de vida é definir renda desejável, saúde, controle da poluição e outros aspectos da vida humana que possam ser medidos. O autor finaliza: quanto todos os critérios são definidos e bem entendidos, estão a medição da qualidade de vida se torna possível (CROSBY, 1980).

Segundo a ISO, qualidade é “grau em que um conjunto de características inerentes de um objeto satisfaz requisitos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 27).

Esse significado trazido pela ISO, faz referência a um conceito mais voltado a um produto ou serviço. Entretanto, na norma ISO 9000:2015, percebe-se a existência de um outro conceito voltado às organizações, de mais alto nível.

Dito isto, segundo a ISO, a qualidade, dentro de uma organização, é quando esta promove uma cultura que resulta em comportamentos, atitudes, atividades e processos, que agregam valor aos seus clientes fornecendo-os a satisfação de suas expectativas e necessidades (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

Percebe-se que a qualidade pode ser definida de várias formas, como por exemplo, uma definição transcendental, ou baseada no produto ou serviço, baseada diretamente na experiência do usuário ou consumidor, baseada no processo de fabricação ou no valor que o produto e serviço quer transmitir para aquele que o adquire. Outras definições podem ser encontradas, mas para o propósito deste trabalho, os conceitos aqui introduzidos já são suficientes.

Feito essa conceituação introdutória do termo qualidade, pode-se dar início à definição do termo controle da qualidade.

Entende-se por um fenômeno controlado quando, por meio da experiência passada, pode-se, dentro de certos limites, prever seu comportamento futuro. Em outras palavras, conhecendo-se o passado, há uma certa probabilidade de que o fenômeno se comporte da maneira esperada para o futuro (SHEWHART, 1980).

É interessante observar que o conceito supracitado, se aplicado junto ao termo qualidade, passa a ideia de que o controle da qualidade é uma técnica que visa, de certa forma, prever um comportamento futuro de um produto ou serviço, desde que seja conhecido seu comportamento passado.

Dentro de um contexto industrial, Feigenbaum define controle como um processo de delegação de responsabilidade e de autoridade, mantendo-se os meios para garantir os resultados satisfatórios, por meio de metas. Portanto, controle da qualidade, sob a ótica de Feigenbaum, é o conjunto de procedimentos que tem por finalidade cumprir as metas de qualidade industrial. Ainda segundo o autor, o controle é feito em 4 passos (FEIGENBAUM, 1983):

- a) Estabelecimento de padrões: Determinar os padrões de qualidade exigidos de custo, desempenho, segurança e confiabilidade do produto.
- b) Avaliar a conformidade: Comparação da conformidade do produto e serviço com os padrões adotados.
- c) Agir quando necessário: Correção de problemas e eliminação das suas causas, que afetam a satisfação do cliente.
- d) Planejar melhorias: Esforço contínuo de melhorar custos, performance, segurança e confiabilidade de padrões.

É pertinente observar a definição trazida por Juran (2010), que define controle da qualidade como a condução de operações que visam proporcionar estabilidade durante o tempo, evitando mudanças adversas no processo, mantendo ou restaurando seu status quo. O controle da qualidade no processo se dá por meio do *loop de feedback*.

Kerzner (2009) argumenta que controle da qualidade visa manter características específicas de qualidade por meio de atividades e técnicas como: monitoramento contínuo de processo, identificação e correção da causa raiz, uso de controle estatístico de processo. O autor conclui que o controle da qualidade se traduz na redução da variabilidade e aumento da eficiência do processo.

Para a ISO, controle da qualidade é “a parte da gestão da qualidade focada no cumprimento dos requisitos da qualidade” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 28).

Segundo a ASQ (do inglês, *American Society of Quality*), controle da qualidade trata das técnicas e atividades operacionais usadas para cumprir os requisitos da qualidade. Somando-se a isto, controle da qualidade pode ser entendido como um processo que envolve atividades de inspeção de produtos e controle estatístico de processo (ASQ, 2020)

Tratando mais especificamente da área nuclear, a IAEA (2019) define controle da qualidade como parte da gestão da qualidade destinada a verificar se estruturas, sistemas e componentes (ESC) correspondem a requisitos pré-determinados.

Na mesma linha de raciocínio, a CNEN define: “Controle da Qualidade - ações de garantia da qualidade que proporcionam meios para controlar e medir as características de um item, processo ou instalação de acordo com requisitos estabelecidos” (CNEN, 2000, p. 4).

Pode-se afirmar que as práticas adotadas pelo controle da qualidade incluem atividades de verificação como medições, inspeções, testes, ensaios, registros e amostragens. Todas essas atividades vão fornecer evidência objetiva de que os produtos ou serviços produzidos estão livres de erros ou defeitos. Outro ponto importante são as atividades de checagem. Muitas das atividades que influem na qualidade requerem uma checagem por pessoal diferente de quem produziu o produto ou serviço.

Com relação à aplicação do controle da qualidade, pode-se elencar as seguintes etapas (RUMANE, 2018):

- a) Escolha do que se pretende controlar ou regular;
- b) Estabeleça a medição;
- c) Estabeleça padrões de desempenho, meta de produto e metas de processo;
- d) Meça o desempenho real;
- e) Compare o desempenho real com o desempenho estipulado nos padrões adotados;
- e
- f) Tome ação quando houver diferença, ou seja, atue na correção.

Por fim, cabe mencionar que as atividades de controle da qualidade são geralmente incorporadas dentro de programas de garantia da qualidade. Essas atividades auxiliam na execução de processos de especificação de compra de um item, planos de inspeção e testes, e servem como fonte de informação para correção de falhas e oportunidades de melhoria (IAEA, 2020).

2.8 GARANTIA DA QUALIDADE

Este tópico tem como objetivo trazer os conceitos e definições encontradas pelo autor sobre garantia da qualidade.

Antes disso, é digno de nota que a garantia da qualidade surge por volta da década de 50, em tempos de guerra fria, evento este protagonizado pelos Estados Unidos e União Soviética. Mais uma vez, a maneira como a qualidade era enxergada, mudaria por uma exigência do contexto da época.

Naquela época, a qualidade era uma questão atrelada ao chão de fábrica. Depois, percebeu-se que muito dos problemas que surgiam eram devido às falhas de comunicação entre diversos órgãos dentro da empresa, ou seja, não eram problemas no nível operacional.

A fim de se garantir a qualidade na fabricação de armamentos, durante a guerra fria, a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) passou a exigir que seus fornecedores implementassem programas de garantia da qualidade em suas plantas industriais.

Além disso, o Programa Espacial Americano e o Programa Nuclear da Marinha dos Estados, adotaram técnicas de garantia de qualidade com o intuito de aumentar a confiabilidade dos sistemas e equipamentos que esses programas estavam desenvolvendo (FERNANDES, 2011).

Com o intuito de auxiliar a indústria para se adequar às novas exigências, a ASME e a ANSI criaram seus próprios padrões. Em 1967, a ASME publicou um adendo à seção III do código ASME, fornecendo diretrizes para um programa de garantia da qualidade para fabricantes da área nuclear (IAEA, 2020).

Em 1969, a Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos (AEC, do inglês *United States Atomic Energy Commission*) agência responsável à época pela promoção e controle do desenvolvimento da ciência e tecnologia atômica, passou a exigir que todos os operadores de Usina Nuclear deveriam submeter seus programas de garantia da qualidade para obtenção da licença de construção (FERNANDES, 2011). À época, para obter a licença, uma Usina nuclear americana deveria submeter seu PGQ e outros documentos de licenciamento à AEC. Dado esta breve introdução histórica, a partir deste ponto é trazida as definições e características sobre garantia da qualidade.

De acordo com Marquis e Jacobs (1973), a garantia de qualidade industrial evoluiu de uma função meramente policial, a qual consistia em atividades de inspeção e teste final, para um sistema de prevenção de defeitos, que começava na concepção do produto e terminava quando este havia cumprido sua função pretendida.

Assim como na indústria espacial, a indústria nuclear possuía características distintas que necessitava de níveis mais altos de qualidades do que o padrão usual de outros setores, não por questões de custos, mas por questões de confiabilidade.

Com o aumento da competição na indústria nuclear com relação à outras fontes de energia, o desafio da garantia da qualidade nessa indústria foi atender aos requisitos de segurança e desempenho da planta nuclear a um custo razoável.

Ainda segundo os autores, um sistema de qualidade moderno previne defeitos e serviços de baixa qualidade por meio de controle de projeto, material, e produto durante o ciclo do

produto. Em outras palavras, os pilares da garantia da qualidade seriam o controle de projeto, controle de matérias e controle de processos e produtos.

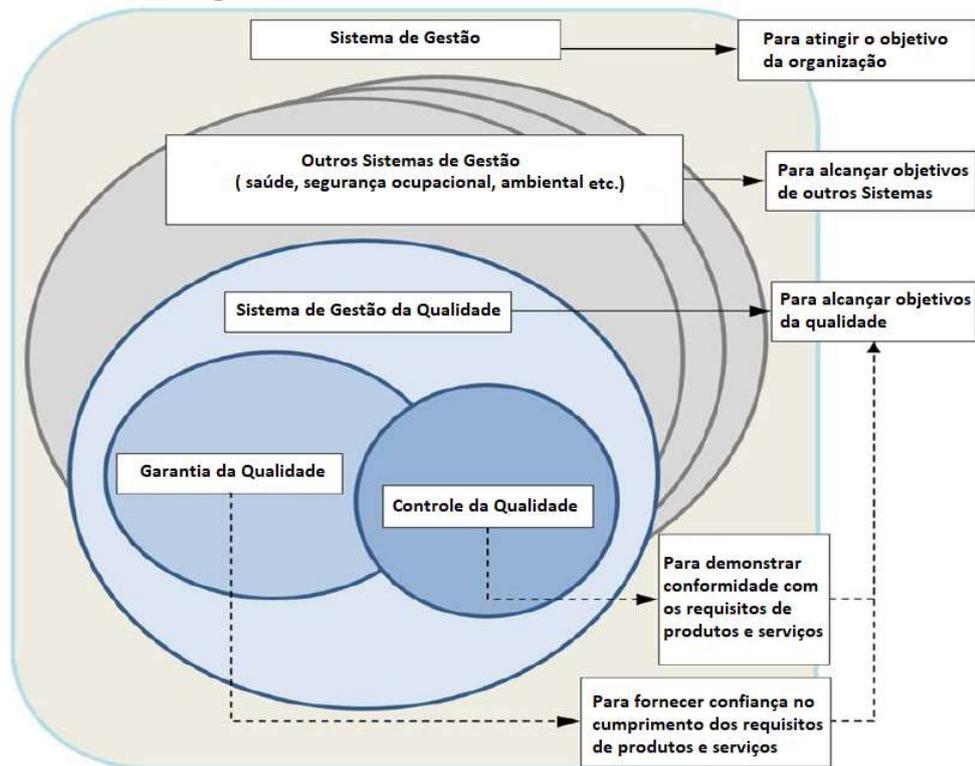
Segundo Kerzner (2009), a garantia da qualidade foi uma evolução do controle da qualidade, ocorrida entre as décadas de 50 e 60. Além disso, houve uma mudança de paradigma no sentido de que o foco, que estava na detecção dos problemas, passou a ser a prevenção dos problemas. Ainda segundo o autor, a garantia da qualidade atua no esforço externo provendo informações que auxiliam no controle de um processo interno. O autor aponta que alguns princípios surgiram em conjunto como: Controle da qualidade Total, Engenharia de confiabilidade, Programa zero-defeito e custos da qualidade.

Juran (2010) argumenta que apesar de diferentes, controle e garantia da qualidade têm muito em comum, pois ambos avaliam desempenho, comparam o desempenho com os objetivos, e atuam na diferença. Para ele, a diferença reside no fato de que o controle é sobre o que controlar, enquanto garantia é sobre provar que o que está sendo controlado foi de fato controlado. Ainda segundo o autor, o objetivo pretendido da garantia da qualidade é verificar se o controle aplicado a um determinado processo está sendo mantido.

A definição da ISO e da ASQ convergem para um denominador comum. Para ambas as entidades, garantia da qualidade é: “parte da gestão da qualidade focada em prover confiança de que os requisitos da qualidade serão atendidos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 28) (ASQ, 2020, p. 1).

Diante desse contexto, percebe-se que a garantia da qualidade é uma ferramenta que está contida em um Sistema de Gestão. Agrega-se a isso o fato de que o controle da qualidade é incorporado em programas de garantia da qualidade, como dito no tópico anterior. Essa interação pode ser observada por meio da Figura 7, a seguir:

Figura 7 - Sistema de Gestão e suas interfaces



Fonte: adaptado de (IAEA, 2020).

Percebe-se que o sistema de gestão da qualidade congrega ações de controle e garantia da qualidade para o seu funcionamento. Desta forma, têm-se atividades que demonstram a conformidade com os requisitos e atividades que fornecem confiança no cumprimento de tais requisitos. Essas atividades operam em harmonia para um bom funcionamento do sistema de gestão da qualidade.

Tratando-se mais especificamente do setor nuclear, é importante trazer à baila as definições da IAEA, ASME, NRC e CNEN.

Para a IAEA, garantia da qualidade é definida como: “a função de um sistema de gestão que fornece confiança de que os requisitos especificados serão atendidos” (IAEA, 2019, p. 192).

Segundo a ASME, garantia da qualidade é: “todas as ações planejadas e sistemáticas necessárias para fornecer a confiança adequada de que uma estrutura, sistema ou componente terá um desempenho satisfatório em serviço” (ASME, 2008, p. 17).

Nesse contexto, a *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) define a garantia de qualidade como:

“todas as ações planejadas e sistemáticas necessárias para proporcionar a confiança adequada de que uma estrutura, sistema ou componente irá

funcionar satisfatoriamente em serviço. A garantia de qualidade inclui o controle de qualidade, que compreende aquelas ações de garantia de qualidade relacionadas às características físicas de um material, estrutura, componente ou sistema que fornecem um meio de controlar a qualidade do material, estrutura, componente ou sistema de acordo com requisitos pré-determinados” (NRC, 1970, p. 1).

Na mesma linha de raciocínio, a CNEN define garantia da qualidade como “conjunto das ações sistemáticas e planejadas, necessárias para proporcionar confiança adequada de que uma estrutura, sistema, componente ou instalação, funcionará satisfatoriamente em serviço” (CNEN, 2000).

Com base nas definições apresentadas da IAEA, NRC, ASME e CNEN, é possível constatar a existência de um pensamento uníssono em torno da definição de garantia da qualidade voltada ao setor nuclear. As atividades de garantia da qualidade estariam voltadas a prover algum tipo de evidência de que estrutura, sistema, componente (ESC) estão cumprindo a função a qual foram projetadas.

É preciso considerar que a garantia de qualidade cobre todas as fases de um empreendimento, desde o projeto, desenvolvimento, produção/construção, instalação e manutenção. Em outras palavras, ela deve ser aplicada a todas as fases e atividades relevantes que influem na qualidade final do produto ou serviço.

Em uma central nuclear, por exemplo, a garantia da qualidade seria aplicada às atividades de operação, manutenção, manuseio de combustível, compras de ESC, e o gerenciamento de documentos e registros (IAEA, 2020).

Por fim, cabe enumerar algumas atividades de garantia da qualidade incluindo, mas não se limitando a: controle de documentação, controle de regulamentos de qualidade de matérias-primas, controle de processos, métodos de trabalho a serem utilizados, treinamento de pessoal, utilização de documentação e ferramentas corretas, gerenciamento, produção e inspeção.

2.9 PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE

Depois de ter introduzido os conceitos de garantia da qualidade e controle da qualidade, faz-se necessário ter um entendimento do programa de garantia da qualidade.

Pode-se dizer que o programa de garantia da qualidade irá descrever como o sistema da garantia da qualidade está delimitado e como ocorre o seu funcionamento dentro da organização.

Em outras palavras, um programa de garantia da qualidade pode ser definido como um conjunto de políticas, recursos e ações aplicadas para garantir a qualidade requerida (GASCA, 2012).

Como dito anteriormente, dentro do processo de licenciamento nuclear, a apresentação de um programa de garantia da qualidade por parte do requerente é obrigatória. Um sistema de garantia da qualidade deve ser estabelecido e um programa de garantia da qualidade, que descreve esse sistema, deve ser apresentado ao órgão regulador.

Nesse contexto, pode-se afirmar que o programa de garantia da qualidade é um documento para fins de licenciamento da organização requerente, e que apresenta os compromissos para o estabelecimento de um Sistema da Garantia da Qualidade dessa organização (CNEN, 2000). Com isso, pode-se afirmar que a implementação de um SGQ tem como foco a segurança nuclear e o controle das operações que influem na qualidade em uma planta nucleoeletrica.

Desta forma, para garantir a segurança da instalação como um todo, o programa de garantia da qualidade (PGQ) conta com um conjunto de documentos nos quais a organização estabelece medidas gerais para atingir seus objetivos. O PGQ deve conter a estrutura organizacional, responsabilidades funcionais, níveis de autoridades, descrição de papéis e das interfaces de planejamento, desempenho e avaliação (GASCA, 2012).

Cumprir evidenciar também que o requerente deve identificar as estruturas, sistemas e componentes (ESC) a serem cobertos pelo programa de garantia de qualidade e as principais organizações participantes no programa, juntamente com as funções designadas por cada organização (NRC, 1970).

O programa de garantia de qualidade deve fornecer controle sobre as atividades que afetam a qualidade dos ESC identificados, em uma extensão consistente com sua importância para a segurança da instalação.

Desta forma, as atividades que afetam a qualidade devem ser realizadas sob condições adequadamente controladas, que incluem o uso de (NRC, 1970):

- a) equipamento apropriado;

- b) condições ambientais adequadas para a realização da atividade, como limpeza adequada; e
- c) garantia de que todos os pré-requisitos para a atividade dada foram satisfeitos.

O programa deve levar em consideração a necessidade de controles, processos, equipamentos de teste, ferramentas e habilidades especiais para atingir a qualidade exigida e a necessidade de verificação da qualidade por meio de inspeção e teste.

Importante salientar que o programa deve fornecer treinamento ao pessoal que executa atividades que afetam a qualidade, conforme necessário, para garantir que a proficiência adequada seja alcançada e mantida.

O requerente deve revisar regularmente o status e a adequação do programa de garantia de qualidade. Em outras palavras, a própria organização é responsável pela eficiência e eficácia do seu SGQ.

De maneira análoga, as outras organizações que participam do programa de garantia da qualidade junto ao requerente, devem revisar regularmente o status e a adequação daquela parte do programa de garantia da qualidade que são responsáveis.

2.10 PERÍODOS E ESCALÕES DE MANUTENÇÃO

Durante o ciclo de vida do meio naval com propulsão nuclear, será necessário efetuar atividades de manutenção e reparo, sejam estas de rotina ou para o reestabelecimento de suas condições operativas. Esses períodos devem ser estabelecidos ainda durante a fase de projeto, definido pelo fabricante. Para a BNA, é importante que seja feito o planejamento das paradas do submarino convencional com propulsão nuclear para que ela esteja preparada com todas as estruturas, sistemas, pessoal e ferramentas necessárias para dar início às atividades de manutenção.

Guimarães (1999) cita os possíveis tipos de paradas para o meio naval com propulsão nuclear. Para o autor, essas paradas são denominadas de Períodos de Manutenção, e dividem-se em:

- a) Período de Manutenção de Rotina ou Atracado (PMR);
- b) Período de Docagem de Rotina (PDR);
- c) Período de Manutenção Geral (PMG);
- d) Período de Atualização e Modernização (PAM);

- e) Período de Docagem Final (PDF); e
- f) Descomissionamento.

De maneira sucinta, a função primordial da manutenção é aumentar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos. Além disso, tem como desafio a minimização da ocorrência de falhas e, para isso, faz-se uso da manutenção preventiva, que visa o não surgimento de tais falhas, obedecendo previamente a um plano baseado em intervalos de tempo definidos (KARDEC e NASCIF, 2009).

Isto posto, o PMR, PMG, PDR são períodos de manutenção previamente agendados, com data de início e duração definidos que visam estabelecer a condição operacional do meio naval nas instalações da BNA. O PAM difere dos outros períodos, pois visa a não obsolescência do meio naval, por meio da atualização e modificações técnicas em sistemas, subsistemas ou componentes.

No Quadro 1, é possível analisar o intervalo e a duração dos períodos de manutenção previstos para o Meio Naval.

Quadro 1 - Períodos de Manutenção do Meio naval.

Período de Manutenção	Intervalo	Duração
PMR	2 meses	1 mês
PDR	2 anos	4 meses
PMG	4 anos	13 meses
PAM	10 anos	2 anos

Fonte: adaptado de (GUIMARÃES, 1999).

O intervalo e a duração dos Períodos de Manutenção (PM) podem variar devido a fatores técnicos ou administrativos. Alguns autores, como por exemplo Amaral (2016), citam outros valores de intervalos e de duração ligeiramente diferentes dos mencionados.

Pode-se inferir que as manutenções durante viagem/comissão do Meio Naval deverão ser mais do tipo corretiva e de pequena monta. As rotinas de manutenção mais importantes e complexas deverão ser executadas durante algum período de manutenção supracitado.

Durante a vida útil do meio naval, serão realizados vários períodos de manutenção com níveis variados de intervenções, com intervalos e durações diferentes, conforme pode ser visto no Quadro 1. Considerando que o submarino convencional com propulsão nuclear tem um

período de vida útil em torno de 30 anos (GUIMARÃES, 1999), a BNA deverá executar uma quantidade de PMR, PDR, PMG e PDF conforme o Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 - Número de Períodos de manutenção do Meio Naval com propulsão nuclear durante sua vida útil.

Período de Manutenção	Quantidade
PMR	35
PDR	4
PMG	3
PDF	1

Fonte: adaptado de (AMARAL, 2016).

Com relação aos escalões de manutenção, Amaral (2016) elenca 4 escalões ou níveis de manutenção, de acordo com a complexidade dos serviços e da capacidade técnica necessária, a seguir:

- a) 1º Escalão: as ações realizadas são as de alcance técnico e material do Meio Naval, visando manter o equipamento em condições de funcionamento e de conservação;
- b) 2º Escalão: as ações são realizadas em organizações de manutenção que ultrapassam a capacidade do meio naval, como por exemplo, a Base Naval de Apoio;
- c) 3º Escalão: as ações realizadas englobam as atividades que, em função do grau de complexidade, demandam recursos superiores aos escalões anteriores. Podem ser executadas, por exemplo, em um estaleiro de manutenção; e
- d) 4º Escalão: as ações são executadas pelo fabricante, fornecedor do equipamento ou empresa com expertise, em virtude do alto grau de complexidade e da ausência de recursos humanos disponíveis.

Ainda segundo o autor, as manutenções de 1º e 2º escalões são realizadas no cais e as de 3º e 4º escalão no dique seco, em virtude da complexidade das atividades realizadas e da segurança nuclear necessária em cada caso.

2.11 APOIO LOGISTICO E SERVIÇOS DA BNA

Para o estabelecimento de um PGQ da BNA no atendimento das necessidades proveniente do meio naval com propulsão nuclear, é importante observar quais serviços serão essenciais e como eles impactam na segurança do meio naval com propulsão nuclear. É preciso que o PGQ assegure a qualidade dos equipamentos, sistemas e componentes do meio naval com propulsão nuclear que influem na segurança, para que eles possam desempenhar satisfatoriamente suas funções.

Guimarães(1999, p. 86) define Apoio Logístico voltado ao meio naval de propulsão nuclear, como:

[...] “todas as instalações fixas em terra e móveis no mar (navios, submarinos, aeronaves) que venham a prestar serviços ao Navio e à Instalação Nuclear, compreendendo:

- i. estaleiro de construção;
- ii. bases navais de manutenção e reparo;
- iii. navios tênder, oficina e de socorro e salvamento específicos;
- iv. veículos submarinos de resgate, socorro e salvamento;
- v. outros navios ou aeronaves que possam eventualmente prestar apoio ou operar em conjunto com o navio nuclear.”

O autor elenca o apoio logístico necessário para a planta nuclear embarcada (PNE) do submarino convencional, conforme Quadro 3:

Quadro 3 - Interface entre a Planta Nuclear Embarcada e o Apoio Logístico.

Planta Nuclear Embarcada	Apoio Logístico Necessário
Acidentes nucleares na condição de reator desligado	Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento no cais e em dique seco
Liberação (ou transferência) de materiais radioativos (normal ou acidental)	Instalações especializadas para troca de combustível, processamento de rejeitos e efluentes e descontaminação de componentes

Período entre recargas de combustível	Blindagem e confinamento no cais e em dique seco
Armazenagem de combustível irradiado e de combustível novo	Pessoal especializado de manutenção e reparo
Radiações	Sobressalentes, ferramentas especiais e oficina “quente”
Descomissionamento	-

Fonte: adaptado de (GUIMARÃES, 1999).

Com relação ao apoio logístico que deverá ser prestado ao meio naval com propulsão nuclear, ou seja, para o casco e todos os sistemas presentes, excetuando-se a PNE (ex. Sistema de Navegação, Sistema Elétrico, Sistema Hidráulico etc.), Guimarães (1999) elenca as seguintes necessidades:

Quadro 4 - Interface entre o Navio e o Apoio Logístico.

Navio	Apoio Logístico Necessário
Períodos de Manutenção	Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento
	Cais de Atracação
	Dique seco
	Sobressalentes, ferramentas especiais
	Oficinas
	Pessoal especializado em manutenção e reparo

Fonte: adaptado de (GUIMARÃES, 1999).

Em complemento a Guimarães (1999), Amaral (2016) cita as operações de manutenção e apoio que estão previstas para um Meio Naval com propulsão nuclear durante seu ciclo de vida:

- a) Ciclo Operativo do meio naval com propulsão nuclear em caso de manutenção;
- b) operações quando o meio naval com propulsão nuclear estiver entrando na BNA;
- c) operações de atracação e desatracação do meio naval com propulsão nuclear no cais;
- d) operação de passagem de utilidades de terra para o meio naval com propulsão nuclear;
- e) operações de manuseio e remoção de rejeitos radioativos;
- f) operações de ventilação do compartimento do reator;
- g) manutenções de sistemas de segurança nuclear;
- h) operações de entrada e saída do meio naval com propulsão nuclear do dique;
- i) manutenções dos sistemas do meio naval com propulsão nuclear; e
- j) operação de troca de combustível.

Percebe-se que o PGQ da BNA deve assegurar que todas essas atividades serão executadas de forma segura, por meio de pessoal qualificado e capacitado, ferramentas corretas, procedimentos adequados e estrutura moderna e eficiente.

2.11.1 Serviços e Inspeções Anuais

Com relação às inspeções anuais, ou seja, PMR e PDR, Guimarães (1999) propõe um conjunto de atividades de manutenção a serem conduzidas, descrita a seguir:

- a) Inspeção na PNE e na estrutura do casco particularmente na região do compartimento do reator;
- b) Inspeção na estrutura do casco na região do compartimento do reator e as estruturas de proteção contra colisão;
- c) A cada dois anos, durante os PDR, o item “b” deve incluir verificação de deformações e reduções na espessura do chapeamento e dos membros estruturais principais;

- d) Exame, em caso de ocorrências anormais, dos registros de bordo das instalações de máquinas relativos ao funcionamento do reator, os relatórios de operação, e os dados referentes a inspeções e testes periódicos e em serviço;

Demonstração de efetividade pelas seguintes inspeções:

- e) proteção do reator;
- f) resfriamento de emergência do reator, incluindo os sistemas de alimentação de energia associados;
- g) remoção de calor residual por intermédio de outros meios que não os geradores de vapor;
- h) integridade dos circuitos radioativos;
- i) controle da reatividade;
- j) sistema elétrico de emergência sob plena carga;
- k) gerenciamento de rejeitos e controle de liberação de efluentes;
- l) funções de contenção;
- m) ventilação das áreas controladas;
- n) Verificação dos sistemas elétrico, pneumático e de instrumentação e controle.

Adicionalmente ao exposto, complementa Amaral (2016), enumeram-se os seguintes serviços:

- a) retirada de esgoto sanitário;
- b) retirada de esgoto industrial;
- c) abastecimento de óleo combustível e óleo de lubrificação;
- d) fornecimento de água industrial para higiene e para o sistema de combate de incêndio;
- e) fornecimento de água potável e água gelada para a refrigeração de ambientes;
- f) fornecimento de gases industriais para manutenção, carga de ar comprimido de alta e de baixa pressão;
- g) manobras de peso.

Ainda segundo o autor, o PMR ocorre no cais para receber as provisões e efetuar as manutenções de 1º e 2º escalão.

Durante o PDR, o Navio deverá ser conduzido ao Dique, onde serão contemplados também os serviços de manutenção dos sistemas de segurança de imersão, ou seja, dos sistemas e componentes que podem gerar alagamento e afundamento do submarino.

Cabe ressaltar que os requisitos apresentados complementam os requisitos que estão ligados aos componentes não nucleares do casco, das máquinas e dos equipamentos, não abordados nesse trabalho.

2.11.2 Serviços e Inspeções Quadrienais

Com relação às inspeções quadrienais, ou seja, o PMG, Guimarães (1999) propõe um conjunto de atividades de manutenção a serem conduzidas, descrita a seguir:

- a) Inspeções anuais (item 2.11.1);
- b) Programa de ensaios não destrutivos nas estruturas componentes da barreira de pressão do Circuito Primário, dos vasos de pressão do sistema secundário e as tubulações de vapor e água de alimentação, assim como as máquinas e equipamentos associados;
- c) Medição da taxa de vazamento integral da estrutura de contenção;
- d) Ensaio não destrutivo superficial e volumétrico para avaliar quantitativamente quaisquer falhas ou trincas que podem ter se desenvolvido ou propagado, assim como nas soldas da barreira de pressão do circuito primário;
- e) Inspeção no Vaso de Pressão do Reator, com o intuito de se verificar as falhas e trincas por métodos ultrassônicos;
- f) Teste nos geradores de vapor, nas carcaças das bombas e nos corpos das válvulas, o vaso de pressão de pressurizador e os demais vasos de pressão do Circuito Primário;
- g) Teste em todos os componentes pressurizados, além daqueles componentes da barreira de pressão do Circuito primário.

Ainda segundo o autor, a partir da segunda inspeção quadrienal, devem ser incluídos os seguintes serviços:

- a) Testes em todos os vasos de pressão e tubulações, exceto a estrutura de contenção, a uma pressão superior às suas respectivas pressões de projeto;
- b) Teste de pressão ou qualquer outro método de detecção de vazamento em todos os componentes que contêm gases ou líquidos radioativos;
- c) Inspeção e limpezas nos vasos de armazenagem, tanto interna como externamente para detectar falhas; e
- d) Ensaio não destrutivo em soldas, aberturas, conexões e outros componentes.

É durante o PMG que são realizados os serviços de manutenção de 3º e 4º escalões no Dique da Base Naval. É nesse período que são executados a troca de combustível, manutenção do reator e remoção de rejeitos sólidos e gasosos (AMARAL, 2016).

2.11.3 Serviços com PNE desativado

Guimarães (1999) comenta que atividades adicionais devem ser realizadas durante os períodos de recarga do núcleo, quando a PNE não estiver funcionando, a seguir:

- a) inspeções de todo o fundo, tanques, vasos de pressão, tubos e conexões, estruturas e fundações no compartimento do reator;
- b) inspeções das blindagens biológicas;
- c) inspeções da barreira de pressão do Circuito Primário e verificação funcional dos sistemas de remoção do calor residual do núcleo;
- d) verificação funcional de todos os sistemas de segurança, especialmente aqueles que sofreram intervenções, e verificação do tempo necessário para desligamento automático do reator (tempo de queda de elementos de controle no núcleo);
- e) inspeções das partes internas do reator (com o combustível removido);
- f) limpeza de todos os tanques, vasos de pressão, tubulações e espaços internos do compartimento do reator para eliminar corrosão, sedimentos e outras contaminações; e
- g) teste de vazamento da estrutura de contenção.

Em suma, o submarino convencional com propulsão nuclear deverá fazer manutenção de 1º e 2º escalão atracado na BNA. O 1º escalão deverá utilizar a própria tripulação e o 2º escalão, o pessoal da BNA. As manutenções de 3º e 4º escalões deverão acontecer no dique seco com

apoio das instalações de terra e dos sistemas da BNA. O pessoal que executará o serviço será o próprio pessoal da BNA (3º escalão) ou, dependendo da complexidade, o fabricante ou empresa prestadora de serviço especializado (4º escalão).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa sempre se faz necessária quando não se tem informação suficiente ou a informação sobre um determinado assunto encontra-se dispersa sobre um determinado assunto ou problema. Desta forma, uma pesquisa pode ser definida como um procedimento racional e sistemático, dotada de métodos e técnicas ordenadas para responder e resolver tais questões (GIL, 2017).

O método de uma pesquisa pode ser entendido como um conjunto de etapas sistemáticas e racionais a serem seguidas pelo pesquisador, que permite alcançar com maior segurança e economia, os objetivos traçados (MARCONI e LAKATOS, 2003).

Segundo Richardson (1999, p. 22), o método pode ser descrito como “o caminho ou a maneira para chegar a um determinado fim ou objetivo”.

Desta forma, o caminho escolhido neste trabalho para se chegar as respostas pretendidas é composto de uma Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Documental e Pesquisa de Campo. A pesquisa bibliográfica consiste em realizar uma busca sistemática de material já elaborado, principalmente de livros e artigos científicos. A pesquisa documental, parecida com a pesquisa bibliográfica, difere desta devido às fontes utilizadas. Pode-se dizer que a pesquisa documental utiliza fontes primárias que não receberam tratamento analítico, encontradas diretamente pelo pesquisador. A pesquisa de campo é caracterizada pela observação e investigação direta de um grupo estudado, por meio de coleta de dados. Na prática, esses dados são coletados por meio de entrevistas e observações realizadas pelo próprio pesquisador no local em que ocorrem os fenômenos (GIL, 2017).

A pesquisa bibliográfica conduzida neste trabalho tem como objetivos:

1. Identificar os elementos e sistemas constituintes de uma Base Naval de Apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear;
2. Identificar o uso de programas de garantia da qualidade em Bases Navais de Apoio dos países que possuam submarinos convencionais com propulsão nuclear e instalações nucleares genéricas; e
3. Identificar a abrangência dos programas de garantia da qualidade adotados pelas Bases Navais dos países que possuam submarinos convencionais com propulsão nuclear e instalações nucleares genéricas.

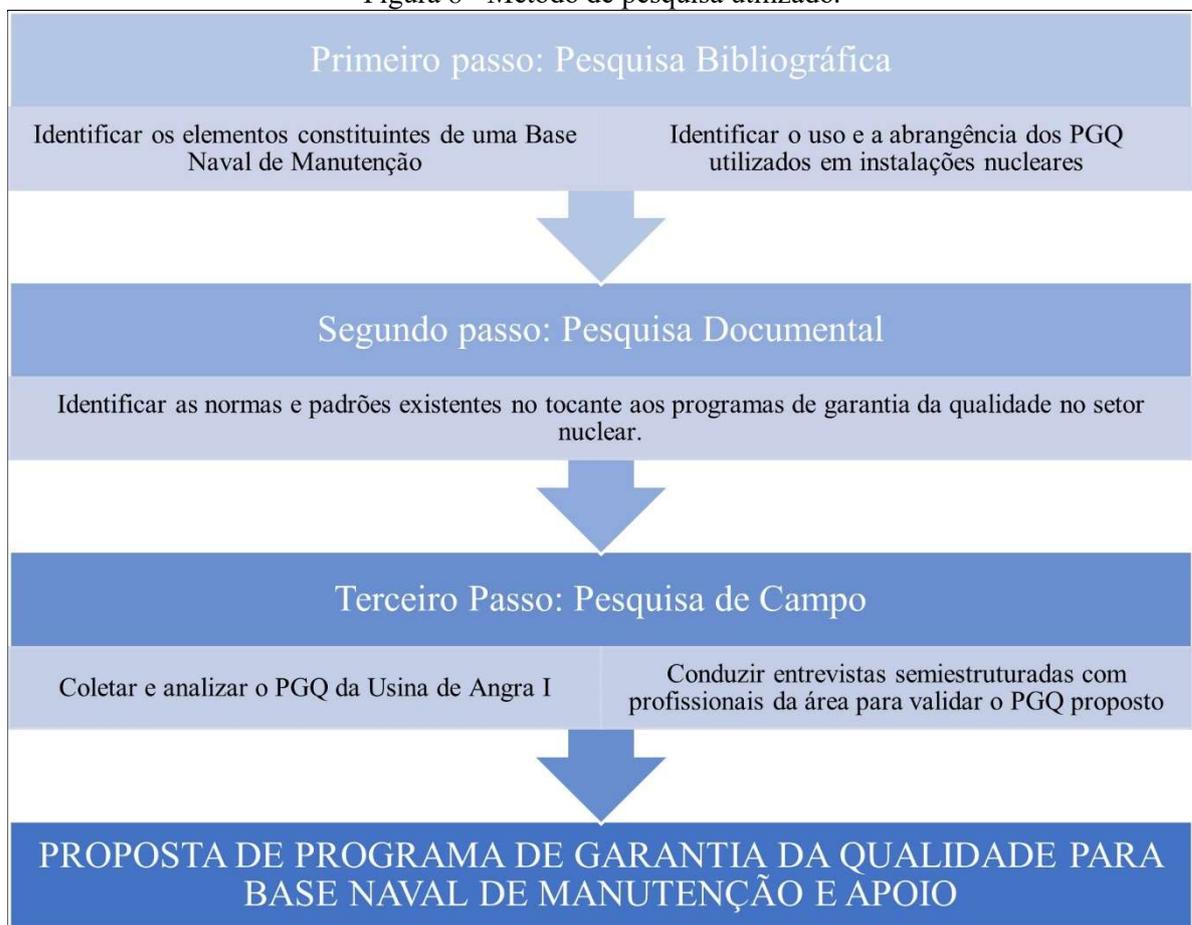
A pesquisa documental deste projeto visa identificar as normas e padrões voltados ao estabelecimento de um Programa de Garantia da Qualidade no setor nuclear.

Por fim, a pesquisa de campo tem como objetivos:

1. Coletar e analisar o programa de garantia da qualidade e procedimentos da Usina nuclear de Angra I; e
2. Validar o programa de garantia da qualidade proposto neste trabalho, por meio de entrevistas semiestruturadas com profissionais do setor nuclear.

Pode-se resumir na Figura o método utilizado nesta pesquisa para se alcançar os objetivos propostos.

Figura 8 - Método de pesquisa utilizado.



Fonte: elaboração própria.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica conduzida neste trabalho tem como objetivos identificar os elementos de uma BNA que presta serviços ao submarino convencional com propulsão nuclear

e identificar os PGQ adotados pelas Bases Navais dos países que possuem submarinos convencionais com propulsão nuclear e instalações nucleares genéricas, selecionadas com base na conveniência. Foram então coletadas publicações disponíveis nas seguintes bases: Google Acadêmico, Catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Scopus.

Quadro 5 - Argumentos utilizados nas bases de dados

Termos	Português	Inglês	Francês
T1	Sistema de Garantia da Qualidade	Quality Assurance System	Système d'assurance de qualité
T2	Programa de Garantia da Qualidade	Quality Assurance Programme	Programme d'assurance qualité
T3	Instalação Nuclear	Nuclear Facility	Installation nucléaire
T4	Usina Nuclear	Nuclear Power Plant	Centrale nucléaire
T5	Base Naval	Naval Base	Base Navale
T6	Estaleiro Naval	Shipyard	Chantier Navale
T7	Manutenção	Maintenance	Maintenance
T8			L'entretien
T9			Maintien
T10			Préservation

Fonte: elaboração própria.

3.1.1 Período de Busca

A pesquisa foi realizada de 30 de setembro a 01 de novembro de 2020 e os artigos, teses e dissertações que satisfazem os critérios especificados foram selecionados.

3.1.2 Critério de Seleção Utilizados

A seleção das publicações deu-se por meio da leitura dos títulos e resumos e do julgamento do pesquisador da utilidade do material encontrado. Às vezes, o material encontrado contém os termos pesquisados, porém não possui ligação com o objetivo proposto. Além disso,

foram adotados como critérios de busca, as buscas nos idiomas português, inglês e Francês, e temporalidade de 20 anos.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA DOCUMENTAL

Na pesquisa documental, foram identificadas as seguintes fontes:

- Sociedade dos engenheiros mecânicos dos Estados Unidos (ASME, do inglês *American Society of Mechanical Engineers*);
- *International Organization for Standardization* (ISO);
- Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN);
- Websites das Forças Navais das nações selecionadas;
- *American Nuclear Society* (ANS);
- *European Nuclear Society* (ENS);
- Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA); e
- Comissão Nuclear de Energia Atômica (CNEN).

3.2.1 Período de Busca

A pesquisa documental ocorreu entre os dias 01 de novembro a 10 de novembro de 2020, totalizando 10 dias.

3.2.2 Critérios de Seleção Utilizados

O critério adotado na pesquisa documental deste projeto foi buscar padrões, normas e documentos utilizados no estabelecimento de um PGQ, destinado a qualquer tipo de instalação nuclear. Os documentos não necessariamente tratam de garantia da qualidade, mas que podem ser utilizados na estrutura do PGQ proposto.

3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo desenvolvida é exploratória, ou seja, trata-se de uma investigação que possui três finalidades: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com o determinado ambiente, fato ou fenômeno e clarificar conceitos. Cabe ressaltar que por meio da pesquisa de campo, o pesquisador é capaz de descrever um determinado fenômeno de

interesse, o qual será conduzido análises empíricas e teóricas. As informações podem ser obtidas por meio de observação e procedimentos de coleta de dados, e podem ser do tipo quantitativo ou qualitativo (MARCONI e LAKATOS, 2003).

Neste estudo de caso, os procedimentos de coleta de dados adotados foram: as observações do pesquisador, entrevistas semiestruturadas com profissionais da área e coleta e leitura minuciosa de documentos, procedimentos e registros do Sistema de Garantia da Qualidade da instituição selecionada.

3.3.1 Período da Pesquisa de campo

A pesquisa de campo ocorreu entre os dias 16 de novembro a 20 de novembro de 2020, totalizando 05 dias.

3.3.2 Observações do Pesquisador

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 88): “A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também examinar fatos ou fenômenos [...]”

Segundo a classificação adotada por Lakatos e Marconi (2003), a observação executada pelo pesquisador nesta pesquisa, é caracterizada por:

- a) Segundo os meios utilizados: Trata-se de uma observação não estruturada (assistemática), pois será conduzida de forma espontânea, informal, simples e livre, não fazendo uso de meios técnicos especiais. Também não há planejamento e controle previamente elaborados.
- b) Segundo a participação do observador: Trata-se de uma observação não participante. O pesquisador, uma vez presente no local pretendido, tem contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, mas não há integração. Em outras palavras, o pesquisador presenciou o fato, mas não participa dele, sendo apenas um mero espectador.
- c) Segundo o número de observações: Trata-se de uma observação individual, pois a observação foi feita apenas por um pesquisador.

- d) Segundo o lugar onde se realiza: Trata-se de uma observação efetuada na vida real, pois o observador registrou os fatos à medida que os mesmos foram ocorrendo, de forma espontânea.

3.3.3 Entrevistas

A modalidade de entrevista utilizada neste projeto foi a semiestruturada. Optou-se por esse modelo devido sua flexibilidade, apesar de possuir um roteiro e tópicos definidos.

Segundo Gil (2017), a entrevista semiestruturada, ou parcialmente estruturada como ele se refere, é quando a entrevista é guiada por relação de pontos de interesse, ou seja, o entrevistador guia-se por um roteiro próprio, mas que pode ser adaptado durante a entrevista.

Em outras palavras, pode-se dizer que a entrevista semiestruturada possui perguntas abertas e fechadas, em que o entrevistado tem liberdade para discorrer sobre o tema. O pesquisador segue um conjunto de perguntas previamente definidas, mas o faz de forma informal, podendo o entrevistador perguntar questões adicionais para esclarecer alguns pontos ou retomar o contexto da entrevista (BONI e QUARESMA, 2005).

Pode-se dizer que a entrevista é qualitativa, pois trata-se da coleta de dados realizada por meio da interação verbal entre o entrevistador e o entrevistado, em que é possível o entrevistador apreender significados, valores, opiniões e a realidade social com profundidade, dificilmente alcançada por meio de outras técnicas. A vantagem desse tipo de entrevista vem do fato da existência de um diálogo amplo e aberto, em que o entrevistado é livre para emitir opiniões e percepções a respeito do tema em questão. Dessa maneira, o entrevistador compreende melhor as motivações e valores que dão suporte a visão do entrevistado (FRASER e GONDIM, 2004).

As perguntas das entrevistas feitas aos entrevistados foram compiladas no apêndice B, e as respostas obtidas foram transcritas no apêndice C deste documento. As entrevistas foram importantes para validar o PGQ proposto e esclareceras dúvidas do pesquisador.

3.3.4 Preparação da Entrevista

Com relação às entrevistas, adotou-se neste projeto a preparação conforme modelo de Marconi e Lakatos (2003).

Diante disso, a preparação da entrevista consistiu em:

1. Planejamento da entrevista: foco nos objetivos do projeto, descritos no tópico 1.5.

2. Conhecimento prévio do entrevistado: visa conhecer o grau de familiaridade dos entrevistados. Todos os entrevistados foram escolhidos com base em suas largas experiências nas áreas de interesse.
3. Oportunidade da entrevista: Foram feitos contatos telefônicos prévios a fim de marcar com antecedência a hora e local da entrevista.
4. Condições Favoráveis: Foi garantido a cada um dos entrevistados a opção de sigilo de suas identidades, para que eles pudessem se sentir mais à vontade durante as entrevistas.
5. Contato com entrevistados: Na medida do possível, foram criados laços com alguns dos entrevistados para obter maior engajamento nas respostas. Entretanto, alguns entrevistados foram conhecidos pessoalmente no momento da entrevista.
6. Conhecimento prévio do Campo: Foram conduzidas as entrevistas em um lugar adequado, em horário definido.
7. Preparação específica: Foi organizado um roteiro com as questões importantes. As questões estão descritas no apêndice B deste trabalho.

3.3.5 Diretrizes da Entrevista

Durante a entrevista, nos locais e horários marcados, procurou-se seguir as diretrizes definidas conforme Marconi e Lakatos (2003):

1. Contato Inicial: Foi estabelecido um contato amistoso com cada um dos entrevistados, em que foi explicado a finalidade e o objetivo da pesquisa antes do início das perguntas. Além disso, foi ressaltada a importância da contribuição do entrevistado ao projeto.
2. Formulação de perguntas: As perguntas foram feitas obedecendo ao roteiro definido, descrito no apêndice B, deixando o entrevistado à vontade para falar.
3. Registro das respostas: Foi utilizado um gravador para tomar registro das entrevistas.
4. Término da entrevista: As entrevistas foram finalizadas de maneira cordial com conversa informal após a entrevista com informações adicionais para o entendimento do pesquisador.

5. Requisitos importantes: Foram observados os requisitos de validade, relevância, clareza, profundidade e extensão das respostas dadas para a elaboração da transcrição, presente no apêndice C deste trabalho.

3.3.6 Coleta de Documentos

Os documentos coletados, principalmente o PGQ e os procedimentos utilizados pela instituição escolhida, foram analisados e registrados. Os documentos viáveis, ou seja, que puderem ser adaptados à realidade de uma organização de apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear foram selecionados para compor a proposta de PGQ da BNA.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados das pesquisas bibliográfica, documental e de campo, ressaltando o alcance e as consequências de suas contribuições, bem como seu possível mérito.

4.1 SELEÇÃO DAS NAÇÕES DESENVOLVIDAS

Para a execução de parte desta pesquisa, foram selecionados os países desenvolvidos que possuem algum submarino convencional com propulsão nuclear em sua frota de navios ou que detêm a tecnologia e a expertise na operação e manutenção de usinas nucleoeletricas. O conhecimento do pesquisador em relação aos idiomas desses países foi levado em consideração. Desta forma, foram selecionados os seguintes países: Estados Unidos, Inglaterra e França.

4.2 SELEÇÃO DA INSTITUIÇÃO E DOS ENTREVISTADOS

Como dito anteriormente no capítulo 3, os procedimentos de coleta de dados adotados pela pesquisa de campo foram: as observações do pesquisador, entrevistas e coleta de documentos. Por se tratar de uma organização de manutenção e apoio ao meio naval com propulsão nuclear, faz-se necessário que a instituição escolhida tenha alguma similaridade com o objetivo deste estudo, ou seja, precisa atuar na área nuclear e tenha um SGQ implementado.

Desta forma, a pesquisa de campo foi realizada na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, na unidade Angra I, devido similaridades técnicas no tipo de reator utilizado, possibilitando ao pesquisador o acesso às informações e conhecimentos de como estruturar um Sistema de Garantia da Qualidade.

Quanto às entrevistas, ao todo foram entrevistadas seis pessoas, sendo 01 da área da qualidade, 02 entrevistas da área de manutenção (em conjunto), 01 entrevista com o inspetor residente do órgão regulador e 02 entrevistas com membros da academia com experiência em garantia da qualidade no setor nuclear.

Cabe ressaltar que o inspetor residente permanece em tempo integral na instalação nuclear, exercendo atividades diárias como participação em reuniões, auditorias, análises de documentos e emissão de pareceres. Os conhecimentos e a visão do inspetor residente foram importantes para este trabalho, pois é o órgão regulador que emite as licenças nas diferentes fases da instalação nuclear e que avalia e audita o Sistema de Garantia da Qualidade à luz das normas de segurança do órgão regulador.

Quanto às entrevistas com os membros da academia ressalta-se que um deles é professor do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), entidade que atua nas áreas de radioproteção, dosimetria, metrologia das radiações ionizante, além de contar com cursos de mestrado e doutorado na área nuclear. O outro professor entrevistado é especialista em auditoria na garantia da qualidade. Nesse contexto, foi feita uma busca por meio da rede social LinkedIn para selecionar o entrevistado, analisando seu currículo.

No Quadro 6, encontram-se os dados dos entrevistados selecionados:

Quadro 6 - Dados dos entrevistados.

Indicativo	Formação	Função administrativa	Instituição
Entrevistado 01	Nível Superior Engenheiro	Supervisora da Qualidade	ETN
Entrevistado 02	Nível Superior Engenheiro	Gerente de Manutenção	ETN
Entrevistado 03	Nível Superior Engenheiro	Inspetor residente	CNEN
Entrevistado 04	Nível Superior Doutor	Professor	IRD
Entrevistado 05	Nível Superior – <i>Expert</i> em GQ	Professor	UCAM

Fonte: elaboração própria.

4.3 RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

O Quadro 7 apresenta o quantitativo das publicações selecionadas na base Google Scholar, utilizando os argumentos mencionados no Quadro 5. O Quadro 8 apresenta o quantitativo das publicações selecionadas nas bases: catálogo de teses e dissertações da Capes, SciELO e Scopus.

Quadro 7 - Argumentos utilizados nas bases de dados Google Scholar.

Base de Dados	Idioma	Argumento de busca	Data da busca	Resultados	Publicações selecionadas
Google Scholar	Português	(T1 OR T2) AND T3	14/10/2020	27	08
		(T1 OR T2) AND T4	14/10/2020	24	06
		(T1 OR T2) AND T5	14/10/2020	02	01
		(T1 OR T2) AND T6	15/10/2020	33	Nenhum
		(T1 OR T2) AND T7	17/10/2020	1340	10
	Inglês	(T1 OR T2) AND T3	25/10/2020	913	36
		(T1 OR T2) AND T4	26/10/2020	1470	19
		(T1 OR T2) AND T5	28/10/2020	26	01
		(T1 OR T2) AND T6	29/10/2020	189	01
		(T1 OR T2) AND T7	03/11/2020	16.800	08
	Francês	(T1 OR T2) AND T3	06/11/2020	08	Nenhum
		(T1 OR T2) AND T4	06/11/2020	06	Nenhum
		(T1 OR T2) AND T5	06/11/2020	01	Nenhum
		(T1 OR T2) AND T6	07/11/2020	28	Nenhum
		(T1 OR T2) AND (T7 OR T8 OR T9 OR T10)	07/11/2020	361	Nenhum

Fonte: elaboração própria.

Quadro 8 - Argumentos das bases da CAPES, SciELO e Scopus

Base de Dados	Argumento de busca	Data da busca	Resultados	Publicações selecionadas
Catálogo de teses e dissertações da CAPES	“Sistema de Garantia da Qualidade”	07/11/2020	29	Nenhum
	“Programa de Garantia da Qualidade”	07/11/2020	21	Nenhum
	“Sistema de Gestão da Qualidade” AND “Nuclear”	07/11/2020	03	01
SciELO	(Sistema de Garantia da Qualidade)	08/11/2020	132	Nenhum
	(Programa de Garantia da Qualidade)	08/11/2020	78	Nenhum
	(Sistema de Gestão da Qualidade) AND (Nuclear)	08/11/2020	02	Nenhum
Scopus	“Quality Assurance System” AND “Naval Base”	16/11/2020	Nenhum	Nenhum
	“Quality Assurance Program” AND “Naval Base”	16/11/2020	02	Nenhum
	“Quality Assurance System” AND “Quality Assurance Program” AND “Nuclear Power Plant”	16/11/2020	04	Nenhum

Fonte: elaboração própria.

4.3.1 Caracterização da Base Naval de Apoio

Esse tópico tem por objetivo levantar as estruturas e sistemas presentes em uma Base Naval de apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear. Usaram-se os trabalhos de Talarico (2015) e Talarico *et al* (2015).

Talarico (2015) apresenta os componentes e requisitos específicos para cada sistema proposto de uma Base Naval de Apoio (BNA) ao submarino convencional com propulsão nuclear. Pode-se afirmar que a Base Naval de Apoio é uma das componentes do Apoio Logístico, que presta serviços dos mais variados tipos ao meio naval com propulsão nuclear ao longo de toda sua vida útil.

Ainda com relação à Talarico (2015), o mesmo conceitua instalação industrial especial-SIF (do inglês, *Special Industrial Facilities*) como um conjunto composto de estaleiro e base naval, dotados de estruturas marítimas, estruturas de retenção, e estruturas necessárias para apoiar os meios navais com propulsão nuclear durante todas as fases de sua vida.

Para o autor, o Estaleiro de Construção (EC) é a instalação responsável pela construção e manutenção de 2º e 3º escalões do submarino convencional com propulsão nuclear. Além disso, essa instalação tem a capacidade de realizar serviços de troca de combustível, manutenção e reparo na PNE, armazenamento de combustível novo e usado, e tratamento de rejeitos.

A Base naval, na sua visão, é constituída de instalações militares, instalações médicas e odontológicas, áreas de recreação, áreas de treinamento e simulação, refeitórios, almoxarifado e instalações e sistemas com capacidade de realização de manutenção de 1º escalão.

Pode-se afirmar que ambas as estruturas são complementares, cabendo ao EC os serviços de manutenção de maior exigência técnica e relacionado ao reator do meio naval. Por outro lado, a Base naval seria voltada ao apoio da tripulação do submarino convencional com propulsão nuclear e serviços de manutenção mais simples de 1º escalão.

A fim de facilitar a didática deste trabalho, será adotado que a Base Naval será responsável pelas manutenções de 1º, 2º e 3º escalões do submarino convencional de propulsão nuclear, sendo de responsabilidade do fabricante apenas o 4º escalão.

Kramer (1962 apud AMARAL 2016) identificou e descreveu a estrutura e sistemas de uma base de apoio utilizada para prestar serviços de manutenção e suporte ao Navio de propulsão nuclear SAVANNAH. A Base de apoio do SAVANNAH consistia em:

- Instalações de Apoio Nuclear;

- Cais e Píeres;
- Doca Seca;
- Edifício de Manutenção Nuclear;
- Edifício de Manutenção;
- Sistema de Gerenciamento de Rejeitos;
- Área de Armazenamento para Rejeitos;
- Área de Descontaminação;
- Área de Troca de Combustível;
- Área de Armazenamento de Embalagens; e
- Estrutura de Interligação.

O trabalho de Talarico (2015) detalha alguns desses sistemas mencionados por Kramer apud Amaral (2016) e acrescenta outros. O autor divide a Instalação Industrial Especial ou a Base Naval, em 4 grandes sistemas:

- a) Sistemas primordiais para atendimento ao submarino convencional com propulsão Nuclear;
- b) Sistemas de suporte às estruturas, sistemas e componentes dos sistemas primordiais;
- c) O Sistema de Serviços Essenciais (SSE); e
- d) Os sistemas difusos.

Os sistemas primordiais para atendimento ao Meio Naval com propulsão nuclear são: o Sistema de Manutenção e Reparo (SMR) e o Sistema de Troca de Combustível (STC), que, por sua vez, se desdobram em: Sistema de Encalhe e Docagem (SED); Sistema de Manutenção Convencional (SMC) e Sistema de Manutenção Nuclear (SMN); Sistema de Troca e Recarga; Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN); Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR).

Os sistemas de suporte às estruturas, sistemas e componentes dos sistemas primordiais são: Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR), que é constituído pelo Sistema de Descontaminação (SD); pelo Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR) e pelo Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR).

O Sistema de Serviços Essenciais (SSE) são: o Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC) e o Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN). São sistemas responsáveis fornecer serviços como alimentação de energia elétrica, água, ar comprimido, gases, coleta de esgoto etc. para toda a BNA.

Os sistemas difusos são: o Sistema de Segurança Industrial (SSI), o Sistema de segurança Nuclear (SSN), o Sistema de Proteção Física (SPF), o Sistema de Suporte à Saúde (SSS). São sistemas que permeiam os demais e tem funções diversas dentro da estrutura da BNA.

Esses sistemas e seus requisitos estão descritos de forma resumida, a seguir:

1. Sistema de Manutenção e Reparo (SMR)

Deverá estar previsto uma estrutura que consiga colocar o navio no dique seco ou área de manutenção em terra e que atenda as demandas de manutenção do Meio com propulsão nuclear. É necessário que essa estrutura possibilite o acesso às estruturas, sistemas e componentes nucleares do navio a fim de realizar inspeções, testes e substituições. Serviços como troca e recarga de combustível está fora do escopo desse sistema. Além disso, esse sistema comporta os Sistemas de Encalhe e Docagem (SED), Sistema de Manutenção Convencional (SMC) e o Sistema de Manutenção nuclear (SMN).

2. Sistema de Encalhe e Docagem (SED)

Deverá estar previsto uma estrutura capaz de transportar o Navio da água para uma plataforma seca, por meio de um dique seco, ou equipamento de elevação do tipo *shiplift* ou sistema de eclusa. Navios rebocadores, sistema de bombeamento e a estrutura que recebe o Navio, chamado de picadeiro, também fazem parte desse Sistema.

3. Sistema de Manutenção Convencional (SMC)

Nesse sistema está previsto a realização das manutenções nas ESC do Navio que não sejam radioativas. Essas manutenções poderão ser realizadas com o Meio na água ou no dique seco, dependendo da complexidade dos serviços. Deve estar previsto equipamentos de movimentação de carga (guindaste, ponte rolante, pórtico rolante, grua giratória) e veículos de movimentação de carga, como, por exemplo, empilhadeiras. A oficina deve ter equipamentos de corte e solda, prensas e calandras e outros itens necessários para a execução das manutenções. Um almoxarifado com os itens sobressalentes deve estar previsto para a execução dos trabalhos. Cabe ressaltar que a garantia da qualidade prevê um controle rígido de aquisições e de materiais que serão empregados e procedimentos detalhados dos serviços a serem

executados. Os funcionários, além de bem treinados, deverão seguir todos os procedimentos da manutenção.

4. Sistema de Manutenção Nuclear (SMN)

Um sistema de manutenção nuclear deve ser capaz de realizar serviços de manutenção nas ESC das áreas quentes do Meio. Será necessário que todos os rejeitos sejam acondicionados e transportados de forma segura, ou nos casos de descarga dos rejeitos por diluição ou dispersão, que estejam dentro de limites estabelecidos pela Autoridade de Segurança Nuclear (ASN), e em normas e regulamentos. Para atenuação dos níveis de radiação, o decaimento radioativo natural também poderá ser usado. Equipamentos de movimentação de carga do reator (Guindastes, pórticos rolantes, pontes rolantes), oficinas e ferramentas específicas para utilização em áreas radiológicas também fazem parte desse sistema. Devem estar previstas as manutenções dos equipamentos utilizados na troca de combustível nuclear assim como seu correto armazenamento durante os períodos entre recargas. Uma estrutura especial blindada que é posicionada sobre a escotilha de acesso do núcleo do reator também faz parte desse sistema.

Se faz necessário o monitoramento das seguintes áreas:

- Área onde ocorre a troca de combustível;
- Área onde ocorre a manutenção do Sistema primário; e
- Área de transferência de rejeitos radioativos.

Uma área de armazenamento e oficinas com espaço e estrutura suficientes para armazenar e executar manutenção nos equipamentos utilizados na troca do combustível. Por fim, o SMN deve contemplar um almoxarifado para armazenar os sobressalentes empregados nas manutenções e com área de recebimento inspeção de itens. Com relação à garantia da qualidade, pode-se dizer que um controle de aquisições, de material e de estoques deverá ser executado. Todas as atividades devem gerar registros e o sistema deverá ser a prova de falhas, garantindo que o item correto será empregado na atividade planejada.

5. Sistema de Troca de Combustível (STC)

Esse sistema tem como objetivo a realização da troca do elemento combustível dentro do reator do meio naval com propulsão nuclear.

Ele é composto dos seguintes sistemas:

- Sistema de Troca e Recarga (STR);

- Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN); e
- Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR).

6. Sistema de Troca e Recarga (STR)

Sistema responsável pela substituição de elementos combustíveis no período de recarga. Esse sistema deverá ser capaz de retirar os elementos combustíveis usados e armazená-los, assim como movimentar os elementos combustíveis novos e inseri-los no reator. Deve ser estabelecido um programa de qualificação e treinamento do pessoal envolvido na recarga do reator, inclusive com o uso de simuladores em escala real, garantindo maior segurança na operação. Adicionalmente, um sistema de monitoração deve estar ativo no momento da troca de combustível para detectar qualquer anormalidade.

7. Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN)

Sistema responsável pelo manuseio e armazenamento adequado dos elementos combustíveis novos. Também é responsável pela movimentação e transporte do material do local armazenado até o local de uso, por meio de guindastes, gruas, pontes e pórticos rolantes de forma segura. O sistema deve ser capaz de armazenar os elementos novos em um espaço suficiente de modo a garantir a segurança do pessoal, do meio ambiente e das instalações.

8. Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR)

Sistema responsável pelo manuseio e transporte dos elementos usados do reator até o local de armazenamento. O sistema deve ser capaz de remover o calor residual dos elementos e o armazenamento em embalagens até o depósito provisório (piscina). A área utilizada para armazenar os elementos usados deve ser grande o suficiente para conter uma carga completa de combustível, limitar o nível de radiação para o meio ambiente e deve estar segregada da área de elementos combustíveis novos. O sistema deve ser capaz de reduzir a atividade da água contaminada no interior das embalagens dos elementos combustíveis utilizados.

9. Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR)

Esse sistema é responsável pelas atividades de: coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e deposição de rejeitos radioativos.

Ele é composto dos seguintes sistemas:

- Sistema de Descontaminação (SD);
- Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR); e

- Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR).

10. Sistema de Descontaminação (SD)

Esse sistema deve ser capaz de conduzir atividades de descontaminação e deve ser dotado de meios para concentrar todos os efluentes líquidos, sólidos e gasosos em pontos de coleta do SGR. Deve conter equipamento para realização de descontaminação, equipamentos de movimentação de carga, equipamentos de proteção individual (EPI) para o pessoal envolvido nas atividades. É importante destacar a necessidade de uma lavanderia quente para processamento de roupas contaminadas utilizadas pelo pessoal com um sistema de detecção e medição de radiação e área de limpeza de ferramentas utilizadas. Além disso, deve haver chuveiros para descontaminação de fácil acesso tanto para condições normais como condições acidentais. O SD deve ser provido de área livre para descontaminação de contêineres e componentes contaminados com material radioativo para que seja realizado a descontaminação deles.

11. Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR)

O SRBR é um sistema que visa à coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e disposição de rejeitos de baixa radioatividade, sejam eles provenientes dos submarinos convencionais com propulsão nuclear ou de embarcações de apoio ou de áreas radiológicas da Base, como por exemplo: oficinas, enfermaria de radioacidentados, lavanderia quente etc. O SRBR é composto de um sistema de condução de efluentes líquidos e gasosos dos pontos de coleta até a área de tratamento. Ele deve prover área suficiente para armazenar os rejeitos de forma temporária até sua disposição. Rejeitos Sólidos devem ser transportados por meio de equipamentos apropriados para área de tratamento. Em suma, o SRBR deve disponibilizar os meios, instalações e equipamentos para o recebimento, embalagem e transferência dos rejeitos de baixa radioatividade para disposição final.

12. Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR)

O SRAR é um sistema que visa à coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e disposição de rejeitos de alta radioatividade. Ele deve possuir um sistema de condução de efluentes líquidos e gasosos dos pontos de coleta até o local de tratamento. Também deve prover equipamentos para transporte e embalagem de rejeitos sólidos. Além disso, deve prover uma área suficiente e adequada para receber o rejeito de alta radiação.

13. Sistema de Serviços Essenciais (SSE)

O SSE é um sistema com o propósito de fornecer serviços essenciais para o funcionamento dos outros sistemas existentes na Base de Apoio.

Ele é composto dos seguintes sistemas:

- Sistema de Serviços Essenciais Convencionais (SSEC); e
- Sistema de Serviços Essenciais Nucleares (SSEN).

14. Sistema de Serviços Essenciais Convencionais (SSEC)

Esse sistema é responsável por prover à Base de Apoio serviços não relacionados à área nuclear, tais como: rede de alimentação de energia elétrica, rede de alimentação de água potável, rede de combate a incêndio, rede de ar comprimido, sistema de ventilação e condicionamento de ar, sistema de ventilação das instalações, sistema de iluminação, rede de telefonia, circuito de monitoração patrimonial e rede de lógica (em geral, de fibra ótica).

15. Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN)

Esse sistema é responsável por prover à BNA os mesmos serviços oferecidos pelo SSEC, porém direcionados às áreas nucleares. Além disso, fornecem ao Meio Naval de propulsão nuclear energia e fluidos, estes usados também para remoção de calor residual do reator. Diferentemente do SSEC, o SSEN deve possuir critérios mais rigorosos com relação à disponibilidade e qualidade dos serviços prestados. O sistema deve ser redundante e composto de itens e equipamentos com alto padrão de segurança e qualidade.

16. Sistema de Suporte à Saúde (SSS)

Esse sistema é responsável por prover serviços emergenciais de saúde aos trabalhadores, tanto nos casos de natureza convencional, como nos casos de natureza radiológica.

Ele é composto dos seguintes sistemas:

- Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional (SSSNC); e
- Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica (SSSNR).

17. Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional (SSSNC)

Esse sistema é responsável por prover atendimento ambulatorial e emergencial de natureza convencional para os funcionários da BNA.

18. Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica (SSSNR)

Esse sistema é responsável por prover atendimento emergencial de pronto socorro para os funcionários contaminados por radionuclídeos ou expostos a doses elevadas de radiação.

19. Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR)

Esse sistema é responsável por manter o controle e registro dos estados do EPI e das barreiras de proteção, assim como dos próprios equipamentos de monitoração.

O sistema deve ser capaz de prover:

- Monitoração de gases provenientes de rejeitos radioativos;
- Monitoração de água proveniente do SRBR e do SGR;
- Monitoração e filtragem do ar exaurido de ambientes confinados;
- Monitoração e controle de transporte de materiais radioativos pela água;
- Monitoração das atividades que envolvem emprego de material radioativo, em especial do SGR; e
- Blindagens onde se fizer necessário, principalmente no local onde o submarino convencional com propulsão nuclear estiver docado.

20. Sistema de Segurança Industrial (SSI)

O SSI é responsável pela proteção dos funcionários da Base de Apoio contra acidentes de trabalho nas suas instalações. Desta forma, este sistema deve ser capaz de prover sinalização aos funcionários a fim de evitar acidentes, interrupção de serviços em casos em que não esteja sido cumpridas as normas de segurança, interdição de áreas etc. Além disso, programas de treinamentos e de qualificação devem ser conduzidos a fim de proteger a vida dos funcionários e aumentar a segurança nas instalações. A garantia da qualidade prevê que todas as atividades desempenhadas devem possuir procedimentos detalhados para evitar erros na execução.

21. Sistema de Segurança Nuclear (SSN)

O SSN é responsável pela segurança nuclear em todas as áreas em que há risco radiológico da Base de apoio. Além disso, assim como o SSI, também é responsável pela segurança e proteção dos funcionários, pois somente o pessoal do SSN tem acesso às áreas sensíveis. Cabe ressaltar que a equipe do SSN deve trabalhar em conjunto com o pessoal da Garantia da Qualidade da Base de Apoio, fiscalizando atividades e procedimentos, e registrando eventos e ocorrências. O SSN é o responsável por incentivar a cultura de segurança e ser o elo com a Autoridade de Segurança Nuclear (ASN).

22. Sistema de Proteção Física (SPF)

O SPF é responsável por medidas que visam evitar atos de sabotagem, extravio de material, defesa de patrimônio etc. Deve estar previsto sistema de vigilância, barreiras físicas, controle de acesso, sensores de presença etc. Deve ser responsável pela cultura de proteção física na Base de Apoio.

23. Sistema de Garantia da Qualidade (SGQ)

O SGQ tem como objetivo à segurança nuclear por meio da garantia da qualidade. Deve assegurar que todas as atividades que influem na segurança, sejam executadas conforme os procedimentos aprovados. O pessoal da garantia da qualidade é responsável por assessorar os gerentes dos outros sistemas no quesito garantia da qualidade, fazer cumprir normas e procedimentos, tanto internos como do órgão licenciador, realizar inspeções e auditorias nas áreas. Cabe ressaltar que o Programa de Garantia da qualidade (PGQ) é o manual que estabelece as diretrizes e características do SGQ. Deve haver um PGQ para cada fase do empreendimento: projeto, construção, comissionamento, operação e descomissionamento.

4.3.2 Identificação do Uso de Sistemas de Garantia da Qualidade

O propósito desse tópico é identificar o uso de sistemas de garantia da qualidade ou outros sistemas de gestão utilizados em Bases Navais de apoio a meios Navais com propulsão nuclear. Entretanto, devido o tema ser tratado com sigilo pelos países detentores destes tipos de meios navais, a pesquisa bibliográfica mostrou-se pouco eficiente. Diante disso, procurou-se estender a pesquisa para identificação do uso de sistemas de gestão para organizações que atuam na área nuclear.

Paiva e Salvatti (2005) comentam sobre a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade baseado na norma NBR ISO 9001 versão 2000 para as atividades de operação e manutenção do Reator Nuclear IEA-R1. As autoras relatam que também foi necessário a elaboração de um plano de garantia da qualidade para atender os requisitos da instrução normativa CNEN IN 01.

Para elas, o PGQ é considerado um plano da qualidade específico para atender à CNEN. A implantação do Sistema de Gestão da Qualidade resultou na obtenção do certificado para operação e manutenção do Reator IEA-R1 e prestação de serviços de irradiação, outorgado pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini.

Smith (2018) analisa o Sistema de Garantia da Qualidade (SGQ) sob a ótica de uma unidade de tratamento e armazenamento de rejeitos. Ele comenta a necessidade de um Programa de Garantia da Qualidade (PGQ) na gerência de rejeitos radioativos, como requisito previsto pela CNEN, visando assegurar que as instalações e o produto da operação não ofereçam riscos às pessoas, à sociedade e ao meio ambiente.

No tocante aos reatores de pesquisa, Serra (2014) conduziu um estudo comparativo dos processos de licenciamento internacional com o processo brasileiro. Segundo ele, o processo atual brasileiro é conduzido por dois órgãos: a CNEN (composto de 6 fases) e o IBAMA (composto de 4 fases). Os reatores de pesquisa estudados no Brasil por Serra (2014), foram: IEA-R1, IPEN/MB-01, Argonauta e Triga IPRR1. Ele comenta que o PGQ é uma exigência da CNEN para esse tipo de operação e que o modelo a ser seguido para elaboração do PGQ é a CNEN-NN-1.16. No Quadro 9 é possível comparar os 3 reatores de pesquisa no quesito garantia da qualidade.

Quadro 9 - Programa de Garantia da Qualidade em Reatores de Pesquisa.

	Reator IEA-R1	Reator IPEN/MB-01	Reator Argonauta
O PGQ do reator nuclear é uma exigência regulatória?	Sim	Sim	Sim
Está definido pelo órgão regulador um modelo a ser seguido para elaborar o PGQ?	Sim, CNEN-NN-1.16	Sim, CNEN-NN-1.16	Não
Descreva o conteúdo do programa de garantia da qualidade de seu reator de pesquisa?	Não respondido	CNEN-NN-1.16	Rotinas de procedimentos administrativos / Rotinas de procedimentos radiológicos / Rotinas de procedimentos de

			Operação e manutenção do reator
Há algum programa específico implantado em seu reator nuclear por exigência regulatória?	Não	Não	Não

Fonte: adaptado de (SERRA, 2014).

Kwon et al (2006) comenta que para a permissão de construção e operação de uma planta nuclear na Korea, o aplicante deve submeter um programa de garantia da qualidade para a aprovação do governo. Essa aprovação depende de inspeções conduzidas pelo *Korea Institute of Nuclear Safety* (KINS). As inspeções regulatórias devem ser conduzidas periodicamente, todos os anos, ou no máximo, a cada três anos, com o intuito de se verificar se as atividades de garantia da qualidade estão sendo executadas de acordo com o PGQ apresentado.

Ainda segundo Kwon et al (2006), eles ressaltam que os requisitos de garantia da qualidade objetivam a segurança final do público, independentemente dos custos envolvidos. Um Sistema de Gestão teria a mesma segurança exigida sob condições mais eficientes de custos, de recursos e de operação. Continuando nessa linha de pensamento, Kwon et al (2006) complementam que a segurança poderia ser mais bem alcançada com a adoção de um Sistema de Gestão Integrado (SGI) que garanta que os requisitos de saúde, meio ambiente, segurança, qualidade e econômicos sejam considerados juntamente com os requisitos nucleares.

Lainetti et al (1996) descrevem as atividades desenvolvidas no Departamento de Tecnologia de Combustíveis do IPEN, responsável pela fabricação dos núcleos combustíveis de diversos reatores de pesquisa nacionais. Os autores acrescentam que devido a sofisticação tecnológica do combustível produzido, tanto pelos processos de fabricação, quanto pelos métodos de controle, foi decidido a implementação de um Programa de Garantia da Qualidade.

Além disso, os autores afirmam que durante a etapa de desenvolvimento do processo de fabricação dos elementos combustíveis a base de dióxido de urânio, a necessidade de um controle mais eficaz acarretou a criação de um setor de Controle de Qualidade, cuja função principal era garantir a reprodutibilidade das pastilhas.

Kibrit (2008) compara as normas da CNEN-1.16, NBR ISO 9001:2000 e as normas da IAEA. Segundo o autor, a CNEN 1.16 utiliza o conceito de garantia da qualidade, enquanto as outras normas já trazem os conceitos de gestão da qualidade e gestão integrada respectivamente.

Em seu trabalho, Kibrit (2008) identificou várias organizações e seus respectivos sistemas de gestão adotados. Entre as organizações brasileiras abordadas, estão: CTMSP, IPEN, Eletronuclear (ETN), NUCLEP, IRD, IEN, CDTN, INB. Algumas dessas organizações estabeleceram um sistema de gestão baseados na ISO 9001. Depois, foram agregando os requisitos da Norma CNEN-1.16 dentro de seu sistema de gestão.

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), por exemplo, mantém um Sistema de Gestão da Qualidade baseado nas normas ABNT NBR ISO 9001:2000, ABNT NBR ISO/IEC 17025 e CNEN NN 1.16. A política de Gestão integrada do IPEN se compromete a operar suas instalações e realizar suas atividades de produção, prestação de serviço, pesquisa, desenvolvimento e ensino de forma a fornecer produtos e serviços com qualidade, assegurar imparcialidade, estimular trabalho participativo, reduzir os riscos e impactos de suas atividades e melhorar continuamente a qualidade de seus processos, produtos e serviços (IPEN, 2018)

A Eletronuclear, não estabelece um sistema de gestão integrado, porém conta com um sistema de garantia da qualidade baseado nas normas da CNEN, principalmente a CNEN-NN-1.16 (Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas nucleoeletricas e outras instalações) e CNEN-NE-1.26 (Segurança na Operação de Instalações Nucleoeletricas) (KIBRIT, 2008).

Outro exemplo citado por Kibrit (2008), a Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (NUCLEP) é responsável por projetar, desenvolver, fabricar e comercializar componentes pesados relativos a usinas nucleares, a construção naval e “offshore” e a outros projetos. O seu sistema de gestão, além de estar em conformidade com a CNEN-NN- 1.16, também conta com certificações ISO 9001, ISO 14001, ASME III⁴, ASME VIII⁵ e National Board⁶. (NUCLEP, 2021).

Outra instituição que merece destaque é a Indústrias Nucleares do Brasil (INB), que atua desde a mineração e o beneficiamento primário do urânio até a produção e montagem dos elementos combustíveis que acionam os reatores de usinas nucleares. Além disso, a INB atua

⁴ Fabricação de componentes nucleares (Selo NPT) Fabricação de suportes para aplicação nuclear (Selo NS) Montagem de equipamentos para aplicações nucleares (Selo NA)(NUCLEP, 2021).

⁵Fabricação de vasos convencionais de pressão (Selo U) Fabricação de vasos convencionais de pressão, com regras diferenciadas (Selo U2) (NUCLEP, 2021).

⁶Realizar reparos e/ou alterações de caldeiras, vasos de pressão, e outros itens de retenção de pressão(NUCLEP, 2021).

na área de tratamento físico dos minerais pesados com a prospecção e pesquisa, lavra, industrialização e comercialização das areias monazíticas e obtenção de terras-raras. Seu sistema de gestão integrado conta com requisitos da norma CNEN-NN-1.16 e certificações nas normas NBR ISO 9001:2008, NBR ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:2007 (INB, 2018) (KIBRIT, 2008). Além disso, Kibrit (2008) constatou que as organizações nucleares pertencentes aos países membros vêm adotando um modelo de gestão integrado a fim de obter ganhos de desempenho e segurança. Nesse contexto, as normas da IAEA incorporam requisitos da NBR ISO 9001 e da CNEN-NN-1.16, tornando mais apropriada seu uso para implementação de um SGI em instalações nacionais.

No que se refere à produção de radiofármacos, Araújo et al (2008) comentam que o IPEN, por meio do Centro de Radiofarmácia (CR), produz e distribui radiofármacos há mais de 40 anos para uso em procedimentos e diagnósticos na medicina Nuclear. A garantia da qualidade utilizada pelo Centro estaria baseada nas Boas Práticas de Fabricação (BPF) e no controle da qualidade.

Algate et al (2000) relatam que na década de 70, as empresas fornecedoras da Indústrias Nucleares do Brasil (INB), ex-NUCLEBRÁS, foram obrigadas a se adequar aos novos requisitos de garantia da qualidade e implementar um programa de garantia da qualidade. Os autores comentam que logo em seguida, a Petrobras passou a exigir de seus fornecedores a implementação de um programa de garantia da qualidade baseado no código americano 10CFR50 adaptado à particularidade do setor. Em seguida, os requisitos do código americano 10CFR50 foram substituídos pela aplicação das Normas canadenses Z-299, mais adequadas ao setor petrolífero.

Com relação à garantia da qualidade de fornecedores da cadeia de suprimentos da área nuclear, Adkins e Pang (2012) comentam que a os Estados Unidos não estava preparado para atender adequadamente às demandas da indústria de energia nuclear e das novas construções que estavam em curso devido o renascimento da indústria nuclear americana. Houve uma rápida expansão de novos fornecedores entrando na cadeia de fornecimento nuclear, e alguns outros entrando novamente nesse mercado após anos de inatividade. Adkins e Pang (2012) apontam que os fornecedores dessa cadeia estavam interessados em buscar a certificação em conformidade com o programa de garantia da qualidade segundo o padrão ASME NQA-1, endossado pela NRC. O programa de certificação ASME permitiu que a cadeia de fornecedores nos Estados Unidos confirmasse sua capacidade de pessoal e de implementação de um programa de garantia da qualidade, proporcionando confiança à indústria nuclear.

Pfeifer e Niagaj (2016) comentam sobre a adequação dos fornecedores de energia nuclear, que têm a intenção de fornecer equipamentos, construir estruturas e prestar serviços durante a fase de construção de usinas nucleares na Polônia. Para as empresas se tornarem qualificadas, devem levar em consideração o desenvolvimento e implementação de um SGQ com base nas diretrizes do documento *The Management System for Facilities and Activities – Safety requirements* (GS-R-3) da IAEA e satisfazer, pelo menos, as exigências da Norma ISO 9001:2015 com um complemento da norma NQA-1 da ASME ou NSQ-100 da *Nuclear Quality Standard Association* (NQSA).

Na mesma linha de raciocínio de Adkins e Pang (2012), Devgun (2013) identificaram o uso na indústria americana do padrão *Nuclear Quality Assurance* NQA-1, da ASME, que fornece os 18 requisitos obrigatórios descritos no apêndice B do código 10 CFR 50, aplicáveis para as fases de instalação, projeto, construção operação e desativação das Usinas nucleares americanas.

Ferreira Junior e Campos (2020) identificaram a falta de uma norma nacional de segurança nuclear para uma instalação independente de armazenamento de combustível - ISFSI⁷ (do inglês, *Independent Spent Fuel Storage Installation*), a ser construída para armazenar o combustível usado das Usinas de Angra I e Angra II.

A operação e a desativação de usinas e outras instalações nucleares, como por exemplo, na indústria de medicamento, geram como subproduto os resíduos radioativos que precisam ser armazenados e tratados conforme a legislação em vigor.

No caso do combustível queimado das Usinas de Angra I e Angra II, estes devem ser adequadamente armazenados em uma ISFSI por um longo período de tempo para que o processo natural de decaimento diminua o impacto da radioatividade.

Desta forma, para uma ISFSI poder funcionar, será necessário que essa instalação passe por um processo normal de licenciamento, tanto nuclear como ambiental⁸ e, conseqüentemente, deverá implementar um PGQ a ser submetido à CNEN, e outros documentos pertencentes ao processo, tanto para a CNEN como para o IBAMA.

⁷No dia 03 de abril de 2021, a Eletronuclear deu início à transferência de combustíveis usados de Angra 2 para a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS). A unidade está localizada dentro da central nuclear de Angra dos Reis, a UAS vai armazenar os combustíveis usados de Angra 1 e 2. A unidade foi construída porque a capacidade de armazenamento das piscinas de ambas as plantas está se esgotando.(ELETRONUCLEAR, 2021).

⁸Ocorreu no dia 22 de janeiro de 2021, às 18h, uma audiência pública virtual sobre o processo de licenciamento ambiental da UAS, promovido pelo IBAMA (ELETRONUCLEAR, 2021).

4.3.3 Identificação da abrangência de um Sistema de Garantia da Qualidade

O propósito desse tópico é citar a abrangência de um Sistema de Garantia da Qualidade encontrada na literatura, ou seja, em que compõe um SGQ na área nuclear.

Primeiramente, Wilde et al (2008) comentam que as plantas nucleares americanas operadas pelo Departamento de Energia (DOE) ou pelo Departamento de Defesa Americano (DOD) são licenciadas pela NRC sob um rigoroso e documentado programa de garantia de qualidade. Os autores apresentam e relacionam na Quadro 10 os principais códigos e padrões utilizados nos Estados Unidos, incluindo: 10CFR50 Apêndice B, 10CFR 830 Subparte A, *American Society for Mechanical Engineering* NQA-1, DOE-RW-0333P (REV5) e DOE Order 414.

Quadro 10 – Padrões de garantia da qualidade utilizados na indústria nuclear americana.

ASME-NQA-1-2000 (18 elements)	DOE 414 Series (10 criterion)	10 CFR 830, SUBPART A	DOE/RW-0333P (Rev. 5) (18 requirements (5 supplemental sections))	10 CFR 50, Appendix B (18 Elements)
I. Organization	1. Program	I. Organization	1.0 Organization	I. Organization
II. Quality Assurance Program	2. Personnel Training & Qualifications	II. Quality Assurance Program (NQAP-2.1)	2.0 Quality Assurance Program	II. Quality Assurance Program
III. Design Control	6. Design	III. Design Control	3.0. Design	III. Design Control
IV. Procurement Document Control	7. Procurement	IV. Procurement Document Control	4.0. Procurement Documents	IV. Procurement Document Control
V. Instructions, Procedures, & Drawings	5. Work Processes 4. Documents & Records	V. Instructions, Procedures, & Drawings	5.0. Implementing Documents	V. Instructions, Procedures, & Drawings
VI. Document Control	4. Documents & Records	VI. Document Control	6.0. Document Control	VI. Document Control
VII. Control Purchased Items & Services	7. Procurement	VII. Control Purchased Material, Equipment, & Services	7.0. Procurement Supplement 1. Software Control	VII. Control Purchased Material, Equipment, & Services

VIII. Identification & Control Items	5. Work Processes	VIII Identification & Control Materials, Parts, & Components	8.0. Identification & Use Items Supplement 2. Control Physical “Samples Supplement 4.Requirements Field Surveying	VIII. Identification & Control Materials, Parts, & Components
IX. Control Processes	6. Design	IX. Control Special Processes	9.0. Control Special Processes Supplement 3. Scientific Investigations	IX. Control Special Processes
X. Inspection	8. Inspection & Acceptance Testing	X. Inspection	10.0. Inspection	X. Inspection
XI. Test Control	8. Inspection & Acceptance Testing	XI. Test Control	11.0. Testing	XI. Test Control
XII. Control Measuring & Test Equipment	5. Work Processes	XII. Control Measuring & Test Equipment	12.0. Control, Calibration, & Maintenance Measuring & Test Equipment	XII. Control Measuring & Test Equipment
XIII. Handling, Storage, & Shipping	Not applicable	XIII. Handling, Storage & Shipping	13.0. Handling, Storage, Cleaning, Packaging, Shipping, Preservation	XIII. Handling, Storage, Shipping
XIV. Inspection, Test, & Operating Status	5. Work Processes	XIV. Inspection, Test, & Operating Status	14.0. Inspection, Test, & Operating Status Items	XIV. Inspection, Test, & Operating Status
XV. Control Nonconforming Items	3. Quality Improvement 9. Management Assessment	XV. Nonconforming Materials, Parts, Or Components	15.0. Control Nonconformances	XV. Nonconforming Materials, Parts, Components

XVI. Corrective Action	3. Quality Improvement 9. Management Assessment	XVI. Corrective Action	16.0. Control Conditions Adverse To Quality	XVI. Corrective Action
XVII. Quality Assurance Records	4. Documents & Records	XVII. Quality Assurance Records	17.0 Quality Assurance Records Supplement 5. Electronic Management Data	XVII. Quality Assurance Records
XVIII. Audits	10. Independent Assessment	XVIII. Audits	18.0 Internal & External Audits	XVIII. Audits

Fonte: (WILDE, BAKER e SANDQUIST, 2008)

Ainda segundo os autores, todos os candidatos a uma licença de construção emitida pela NRC devem incluir em seu RPAS uma descrição do Programa de Garantia de Qualidade programa a ser aplicado às fases de projeto, fabricação, construção e teste de estruturas, sistemas, sistemas e componentes da instalação, de acordo com o contido no código 10CFR50.34.

Além disso, é obrigatório por parte dos requerentes americanos a inclusão de informações relativas aos controles gerenciais e administrativos a serem usados para garantir uma operação segura, como por exemplo, controle de: projeto, compra, fabricação, manuseio, envio, armazenamento, operação, manutenção. Também estariam contempladas as atividades de limpeza, andaime, inspeção, testes, reabastecimento e modificação de materiais e sistemas.

Salvatore (1980) relata no relatório nº 89/80 da CNEN, a adoção do *Code of Practice 50-C-QA – Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants* da IAEA pela CNEN para o seu uso no licenciamento de reatores convencionais. Adicionalmente, o autor comenta sobre a Resolução da CNEN nº 04/71 direcionada ao Uso de portos, Baías e Águas territoriais brasileiras por Navios Nucleares.

Guimarães (1999) argumenta que um programa de garantia da qualidade deve cobrir todo o ciclo de vida de um submarino convencional com propulsão nuclear, incluindo as fases de projeto, construção, comissionamento, condução da operação, procedimentos operacionais, manutenção, reparos e inspeções, e descomissionamento. O PGQ deve assegurar que as

atividades e materiais utilizados estejam de acordo com os documentos de projeto, procedimentos escritos e instruções.

Com relação aos requisitos específicos, Guimarães (1999, p. 232) comenta que o PGQ deve assegurar que:

- uma estrutura organizacional encontra-se claramente estabelecida, identificando as responsabilidades pelo programa ao longo do ciclo de vida do SNA;
- o controle de toda a documentação é mantido ao longo do ciclo de vida do SNA;
- todos os requisitos especificados são efetivamente implementados;
- os materiais e procedimentos são compatíveis com o nível de qualidade requerido, que corresponde às classes de segurança e de projeto atribuídas ao componente ou sistema;
- as propriedades dos materiais empregados são demonstradas antes e durante a fabricação, satisfazendo as exigências das especificações aprovadas;
- o projeto, a obtenção, a fabricação, o transporte e manuseio, o armazenamento, a instalação, a manutenção, os testes e os procedimentos operacionais são compatíveis com o nível de qualidade requerido, que corresponde às classes de segurança e de projeto atribuídas ao componente ou sistema;
- os componentes e sistemas são fabricados, instalados e mantidos conforme planos, desenhos e especificações aprovadas pela ASN;
- a operação de sistemas e componentes obedece às funções a eles especificadas, particularmente com respeito às suas funções de segurança;
- todos os princípios básicos, critérios gerais e requisitos específicos, além de outras exigências da ASN são completamente satisfeitas; e
- são mantidos registros de todos os procedimentos de garantia da qualidade, planos de fabricações, inspeções e testes e decisões tomadas em casos de não-conformidade.

Cumpra evidenciar também que devem ser estabelecidos procedimentos para controlar a preparação, revisão, aprovação, emissão, verificação e cancelamento de todos os documentos essenciais às atividades de influem na qualidade. Os registros da garantia da qualidade devem

apresentar as evidências objetivas de que o controle da qualidade foi executado, como por exemplo, atividades de: revisões, inspeções, testes, auditorias, monitoramento do desempenho das atividades, análises de materiais, monitoramento das variáveis de operação, falhas e deficiências, reparos e outros dados apropriados (GUIMARÃES, 1999).

Com relação ao controle de projeto, procedimentos devem ser estabelecidos para verificar a adequação pelo uso de revisões independentes, métodos alternativos de cálculo, análise crítica das hipóteses e premissas assumidas e pelo desempenho satisfatório em testes.

Com relação ao controle de materiais, medidas devem ser estabelecidas para que equipamentos e serviços comprados estejam em conformidade com as especificações de obtenção. Esses materiais, inclusive subconjuntos pré-montados, devem ser identificados durante a instalação e operação para seu correto uso.

Quanto à seleção de fornecedores, medidas devem ser estabelecidas para garantir a capacidade de fornecimento de materiais, equipamentos e serviços de acordo com as exigências e documentos de obtenção.

Com relação aos testes, um programa de testes deve ser estabelecido contendo o planejamento, identificação, padrões de desempenho, procedimentos e documentação de todos os testes requeridos para garantir as exigências do PGQ. Este programa poderá incluir testes de qualificação de procedimentos, testes de equipamentos, teste de qualificação de protótipos, testes prévios à montagem, testes pré-operacionais, e testes em serviço.

O PGQ deve ser capaz de assegurar que falhas, funcionamento incorreto, deficiências, desvios, materiais e equipamentos defeituosos ou impróprios ou qualquer outra não conformidade, devem ser detectadas rapidamente e ações corretivas devem ser aprovadas e implementadas (GUIMARÃES, 1999).

Baliza (2015) comenta que os requisitos de garantia de qualidade têm início nos Estados Unidos em 1969, com a proposta de emenda ao código de regulamentação americana 10CFR50, relacionado à energia nuclear. Desta forma, o código 10CFR50 apêndice B – *Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plant* tinha como finalidade estabelecer 18 requisitos básicos para projeto, construção, fabricação e operação de estruturas, sistemas e componentes relacionados com a segurança de instalações nucleares americanas.

Ainda segundo a autora, a indústria desenvolveu alguns documentos com o intuito de servir como guia para auxiliar organizações a implementar um programa de garantia da qualidade que cumprisse os requisitos do 10CFR50 apêndice B. Nesse contexto, surgiram os

padrões NQA-1 (*Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications*) da ASME e a N45.2 (*Quality Assurance Requirements for Nuclear Facilities*) da ANSI. O uso desses documentos é aprovado pela NRC, órgão licenciador e fiscalizador americano.

No que se refere aos requisitos de qualidade, Baliza (2015) comenta que a norma CNEN-NN-1.16 contempla todos os 18 requisitos formulados na 10CFR50 apêndice B. Cabe ressaltar que a planta nuclear de Angra I foi projetada pela empresa americana Westinghouse, que aplicou os 18 requisitos básicos contidos na 10CFR50 apêndice B em seu projeto. A autora relaciona os requisitos adotados na 10CFR50 apêndice B com os requisitos da CNEN 1.16:

Quadro 11 - Relação entre os requisitos da 10CFR50 apêndice B e a CNEN1.16.

Requisitos da 10 CFR50 App B	Requisitos da CNEN 1.16
I – Organization	4.3
II - Quality assurance program	4.2
III – Design control	4.5
IV – Procurement Document control	4.6
V – Instructions, procedures and drawings	4.1.4
VI – Document control	4.4
VII – Control of purchase material, equipment, and services	4.6.3
VIII – Identification and control of materials, parts and components	4.7
IX – Control of special processes	4.8
X – Inspection	4.9/4.9.1
XI – Test Control	4.9/4.9.2

XII – Control of measuring and test equipment	4.9.3
XIII – Handling, storage and shipping	4.7.2
XIV – Inspection, test and operationg status	4.9/4.9.4
XV – Nonconforming materials, parts, or components	4.10
XVI – Corretive action	4.11
XVII – Quality assurance records	4.12
XVIII – Audits	4.13

Fonte: (BALIZA, 2015).

No tocante à gestão de rejeitos radioativos, Smith (2018) ressalta que o SGQ previsto na norma da CNEN é de natureza distinta daqueles previstos em normas internacionais, como por exemplo da série ISO-9000, e que o PGQ deve levar em consideração a segurança operacional da instalação e a segurança de longo prazo dos rejeitos, ou seja, no depósito final.

Outro ponto importante mencionado por Smith (2018) é a existência de duas componentes na segurança da gestão de rejeitos radioativos: a segurança operacional da instalação e a segurança de longo prazo dos rejeitos quando estiverem depositados definitivamente no depósito final. No quesito segurança operacional, ela vai depender do atendimento aos requisitos regulatórios e normativos, técnicos ou administrativos, aplicáveis tanto nas fases de projeto e construção da unidade, como na de operação. Isso será possível mediante o estabelecimento do PGQ conforme os requisitos da CNEN-NN-1.16, desde a concepção da instalação e se estenda às fases operacional até o descomissionamento da instalação. No quesito segurança de longo prazo, ela é alcançada fazendo com que os rejeitos tratados na instalação cumpram com os critérios de aceitação em um depósito final, estabelecidos pela CNEN-NE-6.09(Critérios para Aceitação e Deposição de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação).

Guimarães (2017) menciona que um Programa de Gerenciamento de Envelhecimento (PGE) de uma Usina é importante para controlar, dentro de um limite aceitável, os efeitos da

degradação por envelhecimento, garantindo a integridade e a funcionalidade de estruturas, sistemas e componentes (ESC) de uma usina nuclear. Na visão de Guimarães (2017), o PGE deve ser implementado na Usina para garantir que as funções dos ESC sejam mantidas desde o início da operação até o final de sua vida útil. Outro ponto que merece destaque é que o PGE é necessário para a preparação do Relatório Periódico de Segurança (RPS) e na solicitação de extensão de vida da Usina (LTO). Pode-se dizer que o RPS é o relatório elaborado pelo operador da planta nuclear e enviado ao órgão regulador a cada 10 anos, que determina o impacto dos efeitos acumulativos do envelhecimento, modificações, experiência operacional etc. A solicitação de extensão de vida é o documento também enviado ao órgão regulador a fim de estender o período de operação da Usina para além de sua vida útil de projeto.

Ainda segundo Guimarães (2017), há duas linhas de metodologia para PGE: uma baseada na norma 10 CFR Part 54, da NRC e outra baseada no *Safety Guide NS-G-2.12 Ageing Management for Nuclear Power Plants*, da IAEA. Ele complementa que dentro do PGE deve constar um Programa de Gerenciamento de Obsolescência (PGO) focado no gerenciamento da obsolescência tecnológica de ESC.

Com relação ao processo de dedicação de itens, Baliza et al (2016) argumenta que as usinas em operação sofrem com o problema de falta de sobressalentes qualificados no mercado para uso nuclear. Desta forma, o governo americano, na tentativa de resolver o problema, publicou uma revisão do código 10CFR21, onde foram incorporados os requisitos para o processo de dedicação.

A dedicação pode ser definida como um processo que uma empresa fornecedora garante que um item de classe comercial⁹, ou seja, um item que foi projetado para uma aplicação não nuclear, pode desempenhar a sua função de segurança a que se destina da mesma forma que um item projetado e fabricado sob os requisitos do código 10CFR50 App B. A garantia é obtida por meio da identificação das características críticas do produto e verificação de sua conformidade por meio de inspeções, testes ou análises realizadas pelo comprador ou entidade terceira independente (entidade dedicadora). As estruturas, sistemas e componentes (ESC) utilizados em aplicações nucleares com funções de segurança devem assegurar:

- a) A integridade da fronteira do sistema de refrigeração do reator;

⁹CGI, do inglês Commercial Grade Item. Também conhecido como Item grau comercial.

- b) A capacidade de desligar o reator e mantê-lo em uma condição de desligamento; ou
- c) A capacidade para evitar ou mitigar as consequências de um acidente.

Dessa forma, apenas itens projetados e fabricados sob um programa de garantia da qualidade que segue o 10CFR50 Apêndice B ou um item classe comercial que tenha concluído o processo completo de dedicação de acordo com os requisitos do 10CFR21, podem desempenhar a função de segurança em uma usina nuclear. Importante ressaltar que no Brasil, todos os itens e serviços adquiridos durante o processo de dedicação devem atender a norma CNEN - 1.16 (BALIZA, MORGUI, *et al.*, 2016).

Diante do exposto, pode-se afirmar que uma BNA também deverá adquirir itens de segurança de empresas que possuam um programa de garantia da qualidade implementado segundo o código 10CFR50 App B ou a CNEN-NN-1.16, ou realizar o processo de dedicação de um item segundo os requisitos estabelecidos no código 10CFR21.

Campos et al (2018) buscou a correlação existente dos requisitos normativos da CNEN-NN-1.16 e da NBR ISO 9001:2015 em um Sistema de Gestão. Ele conclui que é possível um sistema integrado entre essas duas normas visto que há uma correlação entre elas.

Em outro trabalho, Campos (2019) analisa os benefícios e dificuldades de integração da norma CNEN-NN-1.16 com a norma ISO 9001:2015. Além disso, ele analisa os benefícios da utilização da norma ISO 19443:2018¹⁰. Segundo Campos (2019), a ISO 19443:2018 trouxe grande contribuição aos modelos de gestão do setor nuclear e está alinhada com a norma ISO 9001. O autor conclui que é possível efetuar uma revisão da norma CNEN-NN-1.16 adicionando-se requisitos trazidos da ISO 9001:2015 e ISO 19443:2018, como por exemplo: gestão de riscos, gestão das partes interessadas, contexto da organização.

Quanto à extensão de vida útil, Baliza et al (2019) comentam que a autorização de operação de Angra I vence em 2024 e que para a obtenção de extensão da operação da Usina por mais 20 anos, foi necessário preencher os requisitos do código 10CFR54¹¹ e as notas técnicas CNEN NT-CGRC-007/18 e NT-CGRC-008/18.

Desta forma, foi necessário demonstrar por meio de análises, testes, gerenciamento de envelhecimento, inspeções e atualizações de sistemas que a planta nuclear é capaz de operar de

¹⁰Quality management systems — Specific requirements for the application of ISO 9001:2015 by organizations in the supply chain of the nuclear energy sector supplying products and services important to nuclear safety (ITNS)

¹¹Requirements for renewal of operating licenses for nuclear power plants

forma segura, além do tempo previsto de projeto. O programa de garantia da qualidade para extensão de vida precisa incluir itens que não estão relacionados à segurança, mas estão inclusos no Gerenciamento de Envelhecimento. Para fazer a solicitação de renovação/extensão da licença, no caso de Angra I, deve-se seguir os requisitos previstos no código NRC 10CFR54, a seguir:

- a) Avaliação Integrada da Planta, Elaboração da Revisão do Gerenciamento do Envelhecimento e dos Programas de Gerenciamento do Envelhecimento;
- b) Revalidação da Análise do Envelhecimento por Tempo Limitado – TLAA (do inglês, *Revalidation of the Time-limited aging analyses*);
- c) Mudanças na base atual de licenciamento, se houver, durante o processo de avaliação do pedido de renovação da licença; e
- d) Suplementos do Relatório Final de Análise de Segurança (FSAR) descrevendo o programa de gerenciamento do envelhecimento, revalidação dos TLAA's, e mudanças nas Especificações Técnicas.

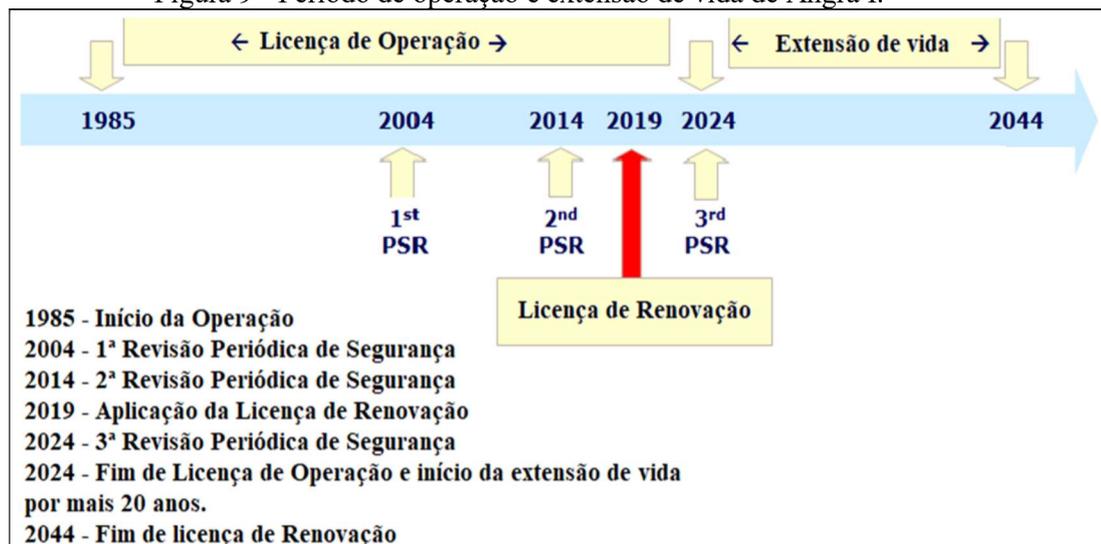
Ainda de acordo com Baliza et al (2019), para a extensão de vida da Usina (LTO - *Long Term Operation*) foi considerado as recomendações das notas técnicas nº 07 e 08 da CNEN, com seguintes tópicos:

- a) Programas de plantas;
- b) Qualificação de equipamentos ambientais para componentes elétricos e de instrumentação e controle (US-NRC 10CFR50.49);
- c) Avaliação do Programa de Monitoramento da Eficácia da Manutenção (US-NRC 10CFR50.65);
- d) Revisão da Gestão do Envelhecimento;
- e) Revalidação do TLAA;
- f) Programa de obsolescência tecnológica;
- g) Revisão Periódica de Segurança específica relacionada ao LTO;
- h) Relatório Final de Análise de Segurança, incluindo a Revisão da Especificação Técnica;
- i) Regulamentos, Códigos e Atualização de Normas;

- j) Uma avaliação técnica das condições físicas da planta;
- k) Uma avaliação da experiência operacional passada na planta relacionada ao envelhecimento;
- l) Obsolescência e outras questões de segurança;
- m) Armazenamento de combustível nuclear usado para operação a longo prazo;
- n) Gerenciamento de resíduos radioativos para operação a longo prazo;
- o) Uma avaliação do impacto ambiental de longo prazo; e
- p) Recursos humanos, competências e conhecimentos.

Na Figura 9 é possível visualizar os marcos temporais com relação ao Período de operação e extensão de vida útil da usina de Angra I.

Figura 9 - Período de operação e extensão de vida de Angra I.



Fonte: Adaptado de (BALIZA, MESQUITA, *et al.*, 2019)

Tanto para a Licença de Renovação como para a extensão da vida útil, é necessário a implementação de um PGQ em consonância com os códigos 10CFR50.34, 10CFR50 Apêndice B, Apêndice A.2 da NUREG-1800, Apêndice A-1 NUREG-1801 da NRC e o *Safety Guide NS-G-2.12* da IAEA.

Sneve (2013) comenta sobre a cooperação regulatória na área nuclear entre a *Norwegian Radiation Protection Authority* (NRPA) e as autoridades correspondentes Russas. Essa parceria visou resolver o problema no descomissionamento e desmantelamento dos meios navais com propulsão nuclear da Marinha Russa com o propósito de garantir a segurança nuclear, segurança

radiológica, preservação do meio ambiente etc. Diretrizes foram desenvolvidas com o intuito de:

- a) melhorar a supervisão sobre a segurança nuclear e de radiação enquanto se gerenciava a herança deixada pelas instalações militares no noroeste da Rússia e outras regiões,
- b) melhorar a qualidade das ações do operador
- c) apoiar a aplicação adequada dos procedimentos de supervisão e segurança nuclear e de radiação.

Dentre os documentos de segurança nuclear e de radiação analisados na fase de descomissionamento dos Meios, está o PGQ das obras de desmantelamento.

O PGQ implementado na fase de descomissionamento do Meio naval com propulsão nuclear pelas autoridades russas e norueguesas era composto de:

- Política de garantia de qualidade;
- Aspectos organizacionais da garantia de qualidade;
- Recrutamento e treinamento de pessoal;
- Documentos regulamentares;
- Gerenciamento de documentos;
- Gestão de elementos, componentes, materiais e aquisição de serviços;
- Operações de organização do operador e subempreiteiro;
- Controle de supervisão;
- Controle de testes;
- Garantia metrológica;
- Garantia da qualidade do software e da metodologia analítica;
- Garantia de confiabilidade;
- Controle de não-conformidade;
- Medidas corretivas;
- Documentação de garantia de qualidade; e
- Inspeções.

Gasca (2012) cita os requisitos básicos de um PGQ aplicados a todas as fases de um empreendimento, assim como os requisitos específicos de acordo com a fase em que a planta se encontra. Com relação aos requisitos básicos aplicados em todas as fases do empreendimento, Gasca (2012) cita:

➤ Treinamento:

O pessoal deve ser treinado e qualificado para desempenhar suas funções dentro da organização. O programa de treinamento deve possuir as seguintes características:

- Levar o entendimento do PGQ aos funcionários;
- Descrever os elementos e a operação da instalação;
- Prover treinamentos internos;
- Considerar e observar qualificações específicas;
- Assegurar atualização do estado da arte;
- Requalificar periodicamente;
- Ter Instrutores competentes;
- Ser submetido a continuas avaliações de eficácia.

➤ Desvio:

Todos os desvios encontrados devem ser registrados e avaliados a fim de se implementar correções e evitar sua reincidência. Medidas devem ser estabelecidas para identificar, classificar, analisar e corrigir os elementos, processos e comportamentos que estejam fora do planejado.

➤ Documentação:

Todos os procedimentos e documentos que descrevem os processos devem ser preparados, revisados, aprovados, emitidos, distribuídos, autorizados e, caso necessário, validados. Os registros que refletem o cumprimento dos requisitos devem ser especificados, preparados, revisados, aprovados e mantidos em boas condições por um período de tempo estabelecido.

➤ Gerenciamento do Trabalho:

Os trabalhos e atividades desempenhadas devem ser planejados e executados de acordo com requisitos e controles administrativos pré-estabelecidos. Os documentos utilizados devem

ser aprovados e revisados periodicamente. Devem ser levados em consideração os seguintes aspectos: competência pessoal, Adequação de ferramentas, equipamentos e materiais, controle e supervisão do trabalho, documentos aplicáveis e condições de trabalho.

➤ Projeto:

O projeto inicial e as modificações subsequentes devem ser baseados em normas, códigos, requisitos e bases de projeto estabelecidos. A adequação do projeto deve ser verificada e validada por grupos adicionais, ou seja, por pessoal diferente daqueles que projetaram. Mudanças de projeto devem ser justificadas e controladas de forma eficaz.

➤ Aquisição:

Os fornecedores devem ser avaliados e selecionados mediante critérios específicos. Além disso, eles devem ser avaliados periodicamente. Os itens ou serviços adquiridos devem atender aos requisitos específicos pré-estabelecidos. Os fornecedores de serviços devem ser supervisionados e controlados de acordo com a importância da atividade desempenhada.

➤ Inspeção e teste:

As atividades de inspeção e testes devem ser conduzidas sob controle administrativo e critérios pré-estabelecidos. É necessário estabelecer uma metodologia para identificar quais atividades demandam por inspeções e testes e a técnica a ser aplicada.

➤ Avaliação:

A adequação e eficácia do programa de garantia da qualidade devem ser avaliadas em diferentes escopos, níveis e frequências. Todos os processos devem ser avaliados quanto a sua eficácia. As falhas no programa devem ser identificadas e corrigidas, as barreiras que impedem o cumprimento dos objetivos de qualidade devem ser retiradas. Devem ser conduzidas auditorias, revisões, verificações e outros métodos, aplicáveis por pessoal não envolvido no trabalho, visando a identificação de falhas e oportunidades de melhoria do programa.

Com relação aos requisitos específicos aplicados na fase de operação do empreendimento, Gasca (2012) comenta que o programa de garantia da qualidade deve manter critérios aplicados às etapas anteriores, pois o projeto, a construção e o comissionamento ainda estão presentes na fase de operação, porém em escala menor. Agrega-se a isso o fato do PGQ da fase operação de uma instalação nuclear deve ser mais focado às atividades operacionais, com foco em três pilares:

- a) A grande quantidade de energia armazenada no reator;

- b) A necessidade de remover o calor residual do reator por um longo período de tempo; e
- c) A manipulação de produtos radioativos.

Gasca (2012) cita como uma referência importante, apesar de obsoleto, o documento *Quality Assurance in Operation - 50-SG-Q13* (1996), publicado em 1996 pela IAEA.

Com relação ao armazenamento de rejeitos, a BNA deverá contar com um Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR) para receber o combustível irradiado dos submarinos convencionais com propulsão nuclear que estiverem realizando reparos na parte nuclear ou realizando troca de combustível.

Nesse contexto, Ferreira Junior e Campos (2020) comentam que na falta de uma norma nacional, a CNEN endossou as exigências regulatórias do código 10CFR72 Subparte G da NRC, no estabelecimento de um Relatório de Análise de Segurança (RAS) para a obtenção da licença de construção de uma ISFSI¹².

Na Tabela 1, os autores compararam as exigências do código 10CFR72 Subparte G¹³ com a norma CNEN-1.16. Eles concluíram que houve uma correspondência entre as normas, ou seja, há elementos similares na norma CNEN-1.16 e 10CFR72 Subpart G, no que diz respeito ao estabelecimento de um SGQ para uma ISFSI.

¹²Do inglês, *Independent Spent Fuel Storage Installation*. Um complexo projetado e construído para o armazenamento provisório de combustível nuclear usado; sólido, relacionado ao reator (NRC, 2020).

¹³Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel, High-Level Radioactive Waste, and Reactor-Related Greater than Class C Waste

Tabela 1 - Correlação entre os requisitos da norma CNEN 1.16 e do 10CFR72 Subparte G

CNEN-NN-1.16	USNRC 10CFR Part72 Subpart G
4.1	72.140-72.142 – 72.144- 72.150 –72.152-72.154
4.2	72.140-72.144
4.3	72.142-72.144
4.4	72.152
4.5	72.144-72.146 – 72.150
4.6	72.148-72.150 – 72.154
4.7	72.156-72.160 – 72.166
4.8	72.144-72.158
4.9	72.144-72.150 – 72.160- 72.162 – 72.164-72.168
4.10	72.170
4.11	72.172
4.12	72.174
4.13	72.176

Fonte: (FERREIRA JUNIOR e CAMPOS, 2020)

Cabe ressaltar que a norma CNEN-NN-1.16 não é destinada ao estabelecimento de um programa de garantia da qualidade de uma instalação de armazenamento de rejeitos radioativos. Como resultado da comparação, Ferreira Júnior e Campos (2020) identificaram dois casos em que a norma da CNEN não tinha as mesmas exigências e nove requisitos que ela se mostrou mais exigente (Tabela 2). Cabe ressaltar, que segundo Ferreira Junior e Campos (2020), essas diferenças não diminuem a eficácia no uso da CNEN-1.16 para o estabelecimento de um SGQ para uma ISFSI.

Tabela 2 - Resultado da comparação entre o código 10CFR72 Subparte G e a CNEN-NN-1.16.

Requisitos	USNRC 10CFR Part72 Subpart G	CNEN-NN-1.16
Requisitos de Garantia da Qualidade	Mais exigente	
Organização da Garantia da Qualidade	equivalente	equivalente
Programa da Garantia da Qualidade	equivalente	equivalente
Controle de Projeto		Mais exigente
Controle de Documentos de Aquisições		Mais exigente
Instruções, procedimentos e desenhos	equivalente	equivalente
Controle de Documentos	equivalente	equivalente
Controle de compra de materiais, equipamentos e serviços	Mais exigente	
Identificação e controle de materiais, partes e componentes		Mais exigente
Controle de processos especiais		Mais exigente
Inspeção do licenciado	equivalente	equivalente
Controle de Teste		Mais exigente
Controle de medição e equipamento de teste		Mais exigente
Controle de manuseio, armazenamento e transporte	equivalente	equivalente
Inspeção, teste e status operacional	equivalente	equivalente
Materiais, partes ou componentes não conformes		Mais exigente
Ação Corretiva	equivalente	Equivalente
Registros da garantia da qualidade		Mais exigente
Auditoria		Mais exigente

Fonte: Adaptado de (FERREIRA JUNIOR e CAMPOS, 2020).

4.4 RESULTADOS DA PESQUISA DOCUMENTAL

O Quadro 12 apresenta as fontes utilizadas e os resultados encontrados na pesquisa documental deste trabalho. Procurou-se dar ênfase a documentos válidos, ou seja, documentos não obsoletos.

Cabe ressaltar que nem todos os documentos são voltados à implantação de um Programa/Sistema de Garantia da Qualidade. Alguns, como por exemplo da IAEA, são voltados a Sistemas de Gestão integrado, entretanto, alguns requisitos são compatíveis com um Sistema de Garantia da Qualidade.

Quadro 12 - Fonte de dados da pesquisa documental.

Fonte	Resultados	Nome das normas	Ano
ASME	01	<i>Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications</i>	2019
ISO	01	<i>ISO 19443 – Quality management systems – Specific requirements for the application of ISO 9001:2015 by organizations in the supply chain of the nuclear sector supplying products and services import to nuclear safety</i>	2018
OTAN		Nenhuma	-
U.S. Navy		Nenhuma	-
Royal Navy		Nenhuma	-
França Navy		Nenhuma	-
European Nuclear Society		Nenhuma	-
IAEA	05	<i>GSR Part 2 – General Safety Requirements – Leadership and Management for Safety</i>	2016
		<i>SSR-2/2 – Specific Safety Requirements – Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation</i>	2016
		<i>NS-G-2.6 – Safety Guide - Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants</i>	2002
		<i>GS-G-3.1 – Safety Guide – Application of Management System for Facility and Activities</i>	2006

		GS-G-3.5 – Safety Guide - The Management System for Nuclear Installations	2009
CNEN	04	NE 1.04 - Licenciamento de Instalações Nucleares.	2002
		NN 1.16 – Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras instalações.	2000
		NE 1.21 Manutenção de Usinas Nucleoelétricas	1991
		NE 1.24 Uso de portos, baías e águas sob jurisdição nacional por navios nucleares	1991

Fonte: elaboração própria.

Importante frisar que não foi encontrada nenhuma norma, padrão ou orientação relacionados com o estabelecimento de sistemas ou programas de garantia da qualidade, em forças navais que detêm a tecnologia de construção ou operação de submarinos com propulsão nuclear.

4.4.1 American Society of Mechanical Engineering (ASME)

- **Número da Norma:** ASME NQA-1.

Título: *Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications.*

Data de publicação da revisão atual: 2019

Origem: Estados Unidos da América.

Sinopse: Esta norma destina-se à indústria nuclear global responsável pela segurança e qualidade de suas instalações e atividades. Ela fornece requisitos e diretrizes para o estabelecimento e execução de programas de garantia da qualidade em todas as fases do ciclo de vida de uma instalação nuclear e às atividades relacionadas. Além disso, reflete a experiência da indústria e o entendimento atual dos requisitos de garantia da qualidade necessários para uma operação segura, confiável e eficiente de uma instalação nuclear, inclusive o gerenciamento e o processamento de materiais radioativos.

Sumário simplificado: A norma NQA-1 está dividida em 04 Partes: Parte I – Requisitos para Programas de Garantia da Qualidade para Instalações Nucleares; Parte II – Requisitos de Garantia da Qualidade para Aplicações em Instalações Nucleares; Parte III - Orientação para Implementar os Requisitos das Partes I e II; Parte IV - Orientação sobre Aplicação e uso da NQA-1.

1. Parte I – Contém os requisitos para um programa de garantia de qualidade para aplicações em instalações nucleares. Ao todo, essa primeira parte conta com os 18 requisitos básicos estabelecidos pelo código 10CFR50 app B, a seguir:

- Introdução;
- Requisito 1 – Organização;
- Requisito 2 – Programa de Garantia da Qualidade;
- Requisito 3 – Controle de Projeto;
- Requisito 4 – Controle de Documento de Aquisição;
- Requisito 5 – Instruções, Procedimentos, e Desenhos;
- Requisito 6 – Controle de Documento;
- Requisito 7 – Controle de Aquisição de Itens e Serviços;
- Requisito 8 – Identificação e Controle de Itens;
- Requisito 9 – Controle de Processos Especiais;
- Requisito 10 – Inspeção;
- Requisito 11 – Controle de Teste;
- Requisito 12 – Controle de Medição e Equipamento de Teste;
- Requisito 13 – Manuseio, Armazenamento e Transporte;
- Requisito 14 – Inspeção, Teste e Status Operacional;
- Requisito 15 – Controle de Itens não conformes;
- Requisito 16 – Ação Corretiva;
- Requisito 17 – Registro de Garantia da Qualidade;
- Requisito 18 – Auditoria.

2. Parte II – Contém requisitos adicionais de garantia da qualidade para o planejamento e condução de atividades de trabalho específicas conduzidas sob um programa de garantia da qualidade desenvolvido de acordo com a Parte I da norma. Esta parte é composta das seguintes subpartes:

- Introdução;

- Subparte 2.1 – Requisitos de Garantia de Qualidade para Limpeza de Sistema de Fluidos e Componentes Associados para Instalações Nucleares;
- Subparte 2.2 – Requisito de Garantia de Qualidade para Embalagem, Envio, Recepção, Armazenamento e Manuseio de Itens para Instalações Nucleares;
- Subparte 2.3 – Requisitos de Garantia de Qualidade para Conservação¹⁴ da Instalação Nuclear;
- Subparte 2.5 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Instalação e Inspeção, e Teste de Concreto estrutural, Aço Estrutural, Solos e Fundações para Instalações Nucleares;
- Subparte 2.7 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Software de Computador para aplicações em Instalações Nucleares;
- Subparte 2.8 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Instalação, Inspeção, e Testes de Itens Mecânicos para Instalações Nucleares;
- Subparte 2.14 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Itens e Serviços de Grau Comercial;
- Subparte 2.15 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Içamento, Montagem e Transporte de Itens para Plantas de Energia Nuclear;
- Subparte 2.17 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Sistema Eletrônicos de Registros da Garantia da Qualidade;
- Subparte 2.18 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Manutenção de Instalações Nucleares;
- Subparte 2.19 – Requisitos de Garantia da Qualidade para o Uso do Credenciamento de Fornecedores para Serviços de Calibração ou Teste;
- Subparte 2.20 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Investigações Subsuperficiais de Instalações Nucleares;

¹⁴ O autor utilizou como tradução de Housekeeping o termo “conservação”. Segundo o Dicionário Informal (2014), o significado da palavra Housekeeping é: “conservação da casa, é um programa voltado para a mobilização dos funcionários através da implementação de mudanças no ambiente de trabalho, incluindo eliminação dos desperdícios, limpeza e arrumação das salas”.

- Subparte 2.22 – Requisitos de Garantia da Qualidade para Gestão, Avaliação e Melhoria da Qualidade para Conformidade com o 10 CFR 830 e a ordem 414.1 do Departamento de Energia (DOE) para Instalações Nucleares;
- Subparte 2.25 – Requisitos de Garantia da Qualidade para depositários de Resíduos de Alto Nível.

3. Parte III – Contém orientações para a implementação dos requisitos das Partes I e II.

Esta parte é composta das seguintes subpartes:

- Introdução;
- Subparte 3.1 – Orientação para Implementação dos Requisitos da Parte I;
- Subparte 3.1-1.1 Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 1: Organização;
- Subparte 3.1-2.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 2: Programas de Garantia da Qualidade;
- Subparte 3.1-2.2 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 2: Programas da Garantia da Qualidade, Qualificação de Auditor Líder;
- Subparte 3.1-2.3 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 2: Programas de Garantia da Qualidade, Qualificação de Pessoal de Inspeção e Teste;
- Subparte 3.1-2.4 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 2: Programas de Garantia da Qualidade, Avaliação da Gestão do Programa de Garantia da Qualidade usando Vigilância;
- Subparte 3.1-3.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 3: Controle de Projeto;
- Subparte 3.1-4.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 4: Controle de Documento de Aquisição;
- Subparte 3.1-7.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 7: Controle de Aquisição de Itens e Serviços;
- Subparte 3.1-10.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 10: Inspeção;

- Subparte 3.1 – 15.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 15: Controle de Itens não Conformes;
- Subparte 3.1-16.1- Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 16: Ação Corretiva;
- Subparte 3.1-16.2 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 16: Análise de Tendência;
- Subparte 3.1-17.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 17: Registros da Garantia da Qualidade;
- Subparte 3.1-17.2 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 17: Registros da Garantia da Qualidade, Registros Eletrônicos;
- Subparte 3.1-18.1 - Implementação da Orientação para a Parte I, Requisito 18: Auditoria;
- Subparte 3.1-18.2 - Implementação de Orientação sobre Classificação e Tratamento de Problemas de Auditoria;
- Subparte 3.2 – Orientação para a Implementação dos Requisitos da Parte II;
- Subparte 3.2-2.1 – Diretrizes de Implementação para a Parte II, requisito 2.1: Limpeza de Sistemas de Fluidos;
- Subparte 3.2-2.7.1 – Diretrizes de Implementação para a Parte II, requisito 2.7: Requisitos de Garantia da Qualidade para Software de Computador para Aplicações de Instalação Nuclear;
- Subparte 3.2-2.7.2 – Orientação de Implementação sobre os requisitos da NQA-1, partes I e II para Software usado para Aplicações de Instalações Nucleares;
- Subparte 3.2-2.14 – Diretrizes de Implementação para a Parte II, requisito 2.14: Requisitos de Garantia da Qualidade para Itens e Serviços Classe Comercial, Programas de Computador Classe Comercial e Serviços de Software;
- Subparte 3.2-2.15 – Diretrizes de Implementação para a Parte II, requisito 2.15: Içamento, Montagem e Transporte;
- Subparte 3.2-2.18.1 – Diretrizes de Implementação para a Parte II, requisito 2.18: Manutenção de Instalações Nucleares, estabelecimento e Manutenção do Histórico de Equipamentos;

- Subparte 3.2-2.18.2 – Diretrizes de Implementação para a Parte II, requisito 2.18: Manutenção de Instalações Nucleares, Avaliação de Engenharia em Falhas de Equipamentos;
- Subparte 3.2-2.20 – Diretrizes de Implementação para a Parte II, requisito 2.20: Investigações Subsuperfície para Usinas Nucleares, Controle de Amostras e Identificação; e
- Subparte 3.3 - Diretrizes não obrigatórias sobre os requisitos do Programa de Garantia da Qualidade para a coleta de informações científicas e técnicas para a caracterização do local de repositórios de resíduos nucleares de alto nível.

4. Parte IV – Contém as diretrizes para a aplicação da NQA-1 e suas comparações com outros requisitos de qualidade. No início de 1975 a ANSI atribuiu a responsabilidade geral pela coordenação entre as sociedades técnicas e de desenvolvimento e manutenção de padrões de garantia de qualidade de energia nuclear para a ASME. Esta parte é composta das seguintes subpartes:

- Introdução;
- Subparte 4.1 - Guias de uso e comparação de NQA-1 com outros requisitos de qualidade;
- Subparte 4.1.1 – Orientação para a modificação de uma gestão da qualidade ISO 9001:2015 para conformidade com NQA-1 – 2015, Parte I;
- Subparte 4.1.2 – Diretrizes sobre o uso da NQA-1-2008/1ª-2009 para conformidade com os requisitos do Departamento de Garantia da Qualidade de Energia 10 CFR 830, Subparte A e DOE O 414.1;
- Subparte 4.1.3 – Diretrizes sobre o uso da NQA-1-2015 para conformidade com os requisitos 10 CFR 71 e/ou 10 CFR 72;
- Subparte 4.1.4 - Diretrizes para a modificação de um programa de qualidade GS-R-3 da IAEA para cumprir requisitos da NQA-1a-2009 e modificação de um Programa de Qualidade NQA-1a-2009 para atender os requisitos GS-R-3 da IAEA;
- Subparte 4.1.5 – Diretrizes para a modificação de um Programa de Qualidade ANSI/ANS-15.8-1995 (R2005; R2013) para atender aos requisitos da NQA-1-2012;

- Subparte 4.2 – Guias sobre a aplicação da NQA-1 às atividades de processos de trabalho;
- Subparte 4.2.1 – Diretrizes sobre a Aplicação da gradação do Padrão de Garantia da Qualidade Nuclear para Pesquisa e Desenvolvimento;
- Subparte 4.2.3 – Diretrizes sobre qualificação de dados existentes;
- Subparte 4.2.4 – Diretriz sobre Controle de Investigação Científica;
- Subparte 4.2.5 – Diretriz sobre a transição da Construção para Operação de Instalações Nucleares;
- Subparte 4.2.6 – Diretriz sobre Garantia da Qualidade para Descomissionamento de Instalações Nucleares; e
- Subparte 4.2.7 – Diretriz sobre Revisão por Pares.

Comentários: A Norma NQA-1, da ASME, é a norma que a indústria americana utiliza como guia para cumprir os 18 requisitos mandatórios do código 10CFR50 Apêndice B, da NRC. Todos os 18 requisitos básicos constam na parte I da norma, ou seja, para o estabelecimento de um programa de garantia da qualidade, basta seguir a primeira parte deste manual. A norma é usada não apenas pelas Usinas nucleares americanas, mas pelos fornecedores dessas Usinas. Cabe ressaltar esta versão foi uma revisão da versão de 2017, sendo publicada em 2020.

4.4.2 International Organization for Standardization (ISO)

- **Número da Norma:** ISO 19943

Título: *Quality management systems – Specific requirements for the application of ISO 9001:2015 by organizations in the supply chain of the nuclear sector supplying products and services import to nuclear safety.*

Data de publicação da revisão atual: 2018

Origem: Europa

Sinopse: Essa norma foi elaborada em conjunto com a IAEA, e preparada pelo Comitê Técnico da ISO/TC 85, Energia Nuclear, Tecnologias Nucleares e Proteção Radiológica. Ela especifica os requisitos para um sistema de gestão quando uma organização precisa demonstrar sua capacidade de fornecer produtos e serviços de forma consistente e que atendam às necessidades do cliente, e quando ela visa aumentar a satisfação desse cliente por meio da

aplicação efetiva do sistema, incluindo processos de melhoria do sistema e a garantia da conformidade com o cliente e os requisitos legais e regulatórios. Cabe ressaltar que esta norma se aplica às organizações que fornecem produtos ou serviços ITNS (do inglês, *Important to Nuclear Safety*) e que o seu uso nas organizações deve estar de acordo prévio com o licenciado.

Sumário simplificado: Ao todo, a norma conta com 10 capítulos, a seguir:

- Introdução;
- 1 Escopo;
- 2 Referências Normativas;
- 3 Termos e Definições;
- 4 Contexto da Organização;
- 4.1 Entendendo a organização e seu contexto;
- 4.2 Entendendo as necessidades e as expectativas das partes interessadas;
- 4.3 Determinação do escopo do Sistema de Gestão da Qualidade;
- 4.4 Sistema de Gestão da Qualidade e seus processos;
- 5 Liderança;
- 5.1 Liderança e comprometimento;
- 5.2 Política;
- 5.3 Responsabilidades, Autoridades e Regras Organizacionais;
- 6 Planejamento;
- 6.1 Ações para enfrentar Riscos e Oportunidades;
- 6.2 Objetivos da Qualidade e planejamento para alcançá-la;
- 6.3 Planejamento das Mudanças;
- 7 Apoio;
- 7.1 Recursos;
- 7.2 Competência;
- 7.3 Conscientização;
- 7.4 Comunicação;

- 7.5 Informação Documentada;
- 8 Operação;
- 8.1 Planejamento e Controle Operacionais;
- 8.2 Requisitos para Produtos e Serviços;
- 8.3 Projeto e Desenvolvimento de Produtos e Serviços;
- 8.4 Controle de Processos, produtos e Serviços providos externamente;
- 8.5 Produção e Provisão de Serviços;
- 8.6 Liberação de Produtos e Serviços;
- 8.7 Controle de saídas não conformes;
- 9 Avaliação de Desempenho;
- 9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação;
- 9.2 Auditoria Interna;
- 9.3 Análise Crítica pela Direção;
- 10 Melhoria;
- 10.1 Generalidades;
- 10.2 Não conformidade e ação corretiva; e
- 10.3 Melhoria Contínua.

Comentários: A Norma ISO 19943:2018 tem a mesma estrutura da norma ISO 9001:2015, ou seja, ela foi inteiramente baseada nesta última, sendo acrescida de requisitos da área nuclear, como por exemplo: cultura de segurança nuclear (5.1.3), determinação de itens e serviços importantes a Segurança (6.1.3), abordagem gradativa para aplicação dos requisitos de qualidade (6.1.4) etc.

Cabe ressaltar que ela não é aplicada às Usinas nucleares, mas aos seus fornecedores de itens e serviços. É necessário que as organizações pertencentes à cadeia de suprimentos da área nuclear, principalmente os fornecedores de itens e serviços que influem na segurança, sejam qualificados. Com relação à norma NQA-1 da ASME, pode-se dizer que são normas concorrentes, visto que tanto a NQA-1 como a ISO 19443, podem ser aplicadas aos fornecedores da cadeia nuclear.

4.4.3 International Atomic Energy Agency (IAEA)

➤ **Número da Norma:** GSR Part 2

Título: *General Safety Requirements – Leadership and Management for Safety*

Data de publicação da revisão atual: 2016

Origem: Europa (Viena)

Sinopse: A norma GSR Part 2, da IAEA, tem como objetivo principal estabelecer os requisitos que apoiam o Princípio 3: Liderança e gestão para a segurança, dos Princípios Fundamentais de Segurança¹⁵, em relação ao estabelecimento, sustentação e melhoria contínua da liderança e gestão da segurança e um sistema de gestão eficaz. Adicionalmente, ela visa promover e manter uma forte cultura de segurança em uma organização. Além de satisfazer o Princípio 3, a norma tem como objetivo estabelecer requisitos que apliquem o Princípio 8 dos Princípios Fundamentais de Segurança: realizar todos os esforços práticos para prevenir e mitigar acidentes nucleares ou de radiação.

Sumário simplificado:

- 1 Introdução;
- Antecedentes;
- Objetivos;
- Escopo;
- Estrutura;
- 2 Responsabilidade para Segurança;
- Requisito 1: Alcançar o objetivo fundamental de segurança;
- 3 Liderança para Segurança;
- Requisito 2: Demonstração de liderança para segurança por gerentes;
- 4 Gestão para Segurança;
- Responsabilidade pela integração da segurança no sistema de gestão;
- Requisito 3: Responsabilidade da alta administração pelo sistema de gestão;

¹⁵*Fundamental Safety Principles*, da IAEA. Este documento foi analisado na íntegra no tópico 2.1 deste trabalho.

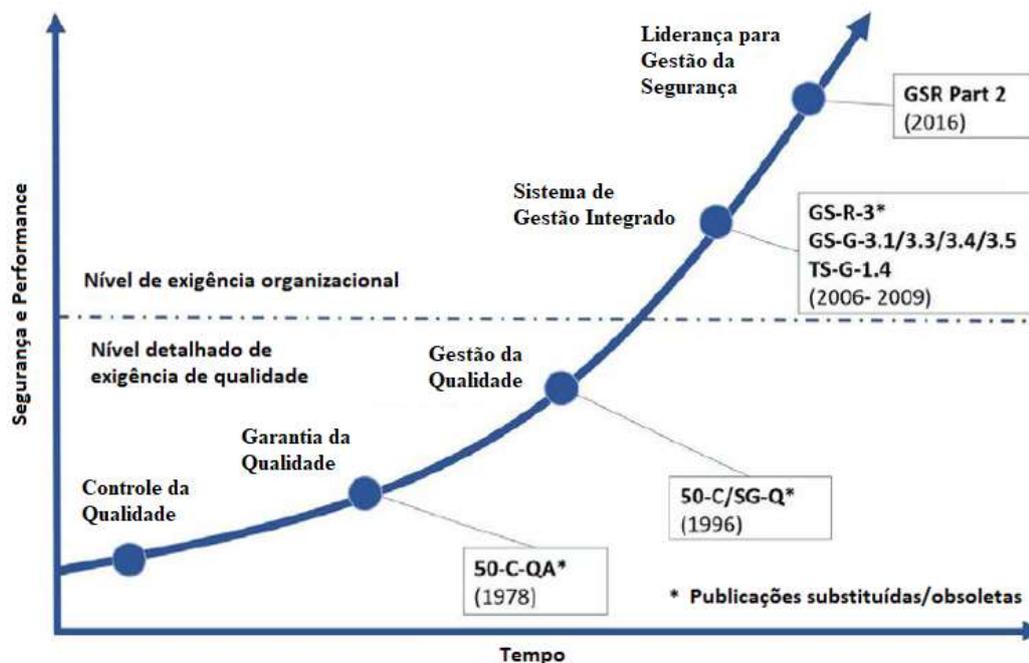
- Requisito 4: Metas, estratégias, planos e objetivos;
- Requisito 5: Interação com as partes interessadas;
- O sistema de gestão;
- Requisito 6: Integração do sistema de gestão;
- Requisito 7: Aplicação da abordagem gradativa ao Sistema de gestão;
- Requisito 8: Documentação do sistema de gestão;
- Gestão de recursos;
- Requisito 9: Fornecimento de recursos;
- Gestão de processos e atividades;
- Requisito 10: Gestão de processos e atividades;
- Requisito 11: Gestão da cadeia de fornecimento;
- 5 Cultura para Segurança;
- Requisito 12: Promover uma cultura de segurança;
- 6 Medição, Avaliação e Melhoria;
- Requisito 13: Medição, avaliação e melhoria do Sistema de gestão; e
- Requisito 14: Medição, avaliação e melhoria de liderança para segurança e cultura de segurança.

Comentários: Essa publicação substitui a norma *The management System for Facilities and Activites* (GS-R-3) de 2006, da IAEA. Nessa nova versão, são consideradas as lições aprendidas da experiência em eventos que ocorreram. Além disso, ela enfatiza a liderança para segurança, gerenciamento para segurança, um sistema de gestão integrado e uma abordagem sistêmica, ou seja, uma abordagem que leva em consideração as interações entre fatores técnicos, fatores humanos e fatores organizacionais. Tudo isso é levado em consideração para a aplicação de medidas de segurança e na promoção e o fortalecimento da cultura de segurança dentro da organização.

Cabe destacar essa norma é voltada ao estabelecimento de um Sistema de Gestão Integrado, mostrando uma abordagem diferente em comparação com as normas com foco em garantia da qualidade, como por exemplo, NQA-1 da ASME e CNEN-NN-1.16.

As primeiras normas da IAEA, 50-C-QA (1978) e 50-C/SG-Q (1996), tinham foco na garantia da qualidade. Com o passar do tempo, a IAEA direcionou seus esforços no sentido de aumentar o nível de exigência organizacional e diminuir o nível de exigência detalhada da qualidade (Figura 10).

Figura 10 - Evolução das normas de Gestão da IAEA.



Fonte: adaptado de (IAEA, 2020).

Durante a visita realizada na Usina de Angra I, percebeu-se que as atividades de garantia de qualidade lá realizadas não estavam contempladas na norma GSR Part 2, e que caso a norma fosse implementada, geraria alguns problemas operacionais. Atividades de garantia e controle de qualidade precisam ser adicionadas aos requisitos da GSR Part 2 para um Sistema de gestão mais eficaz.

➤ **Número da Norma:** SSR-2/2

Título: Specific Safety Requirements – Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation

Data de publicação da revisão atual: 2016

Origem: Europa (Viena)

Sinopse: O objetivo desse documento é estabelecer os requisitos que devem ser atendidos para garantir o comissionamento, operação e transição segura da operação para o descomissionamento das usinas nucleares.

Sumário simplificado:

- Introdução;
- 2. Objetivos de segurança e princípios de segurança;
- 3. Estrutura organizacional e de Gestão da organização operacional;
- 4. Gerenciamento da segurança operacional;
- 5. Programa de segurança operacional;
- 6. Comissionamento da Planta;
- 7. Operação da Planta;
- 8. Manutenção, ensaio, vigilância e inspeção;
- 9. Preparação para o descomissionamento; e
- Referências.

Comentários: Esse documento traz 33 requisitos que reforçam a segurança das instalações nucleares, a saber:

1. Responsabilidades da organização operacional;
2. Sistema de gestão;
3. Estrutura e funções da organização operacional;
4. Pessoal da organização operacional;
5. Política de segurança;
6. Limites e condições operacionais;
7. Qualificação e treinamento de pessoal;
8. Desempenho de atividades relacionadas à segurança;
9. Monitoramento e revisão do desempenho da segurança;
10. Controle de configuração da planta;
11. Gerenciamento de Modificações;
12. Revisão periódica de segurança;
13. Qualificação do equipamento;

14. Gerenciamento do envelhecimento;
15. Registros e relatórios;
16. Programa para operação de longo prazo;
17. Consideração dos objetivos da segurança nuclear em programas de segurança;
18. Preparação para emergências;
19. Programa de gerenciamento de acidentes;
20. Proteção contra radiação;
21. Gestão de resíduos radioativos;
22. Segurança contra incêndio;
23. Segurança não relacionada à radiação;
24. Feedback da experiência operacional;
25. Programa de comissionamento;
26. Procedimentos operacionais;
27. Salas de controle de operação e equipamento de controle;
28. Condições materiais e conservação;
29. Programa de química;
30. Gerenciamento do núcleo e manuseio de combustível;
31. Programas de manutenção, teste, vigilância e inspeção;
32. Gerenciamento de interrupção; e
33. Preparação para descomissionamento.

Estes requisitos refletem a experiência operacional adquirida no comissionamento, operação e descomissionamento de usinas nucleares pelo mundo. Cabe ressaltar que o documento não está relacionado diretamente ao estabelecimento de um programa de garantia da qualidade. Entretanto, alguns requisitos podem contribuir para um estabelecimento de um PGQ na fase de operação.

➤ **Número do documento:** NS-G-2.6

Título: Safety Guide - Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants

Data de publicação da revisão atual: 2002

Origem: Europa (Viena)

Sinopse: O objetivo desse guia de segurança é prover recomendações e orientações para atividades de manutenção, vigilância e inspeção em serviço, a fim de assegurar que ESCs importantes para segurança estão disponíveis para executar suas funções de acordo com as premissas do projeto.

Sumário simplificado:

- 1 Introdução;
- Antecedentes;
- Objetivos;
- Escopo;
- Estrutura;
- 2 Manutenção, vigilância e inspeção em serviço e suas interrelações;
- Manutenção, Vigilância, Inspeção em Serviço;
- Interrelação entre manutenção, vigilância e inspeção em serviço;
- 3 Funções, responsabilidades e interfaces;
- A organização operacional;
- O órgão regulador;
- Empreiteiros;
- Outros organismos, incluindo projetistas e fabricantes;
- Controle de interface;
- 4 Aspectos Organizacionais;
- Disposições gerais;
- Estrutura Organizacional;
- Planejamento e gerenciamento da segurança;

- Procedimentos administrativos;
- Garantia da Qualidade;
- Treinamento e qualificação de pessoal;
- 5 Implementação do programa de Manutenção, Vigilância, Inspeção em Serviço;
- Procedimentos, Controle do Trabalho;
- Gerenciamento de interrupções;
- Coordenação e interfaces;
- Retorno aos estados operacionais;
- Revisão e auditoria do programa;
- 6 Análise dos Resultados e feedback da experiência; registros e relatórios;
- Avaliação dos resultados e ações corretivas;
- Feedback da experiência;
- 7 Áreas em que se aplicam as considerações especiais;
- Estruturas, sistemas e componentes para condições anormais de operação;
- Avaliação de risco do status da planta sob condições de desligamento;
- Envelhecimento da planta;
- Plantas projetadas para padrões anteriores;
- Aplicativos de computador importantes para a segurança;
- 8 Considerações adicionais específicas para a manutenção;
- Priorização por significância de segurança;
- Instalações de manutenção;
- Peças sobressalentes e estoque;
- Reparo e substituição;
- Teste pós-manutenção;
- 9 Considerações adicionais específicas para vigilância;
- Programa de Vigilância;

- Vigilância da integridade das barreiras;
- Vigilância de sistemas de segurança;
- Vigilância de outros itens;
- Frequência e extensão da vigilância;
- Métodos de vigilância;
- Testes funcionais;
- Documentação e registros de vigilância;
- 10 Considerações adicionais específicas para inspeção em serviço;
- Programa de inspeção em serviço;
- Extensão da inspeção em serviço;
- Cronogramas de inspeção;
- Teste de pressão e vazamento;
- Métodos e técnicas;
- Equipamento;
- Qualificação de sistemas de inspeção em serviço;
- Avaliação dos resultados das inspeções em serviço; e
- Documentação e registros de inspeções em serviço.

Comentários: Este guia de segurança fornece recomendações e orientações com base na experiência internacional para cumprir os requisitos de manutenção, vigilância e inspeção em serviço, a fim de garantir o nível de confiabilidade e disponibilidade de que todas as ESC da planta funcionem como pretendido.

No que se refere à garantia da qualidade, a organização operacional deve assegurar que um programa de garantia da qualidade adequado seja realizado em todas as fases da preparação e implementação das atividades de manutenção, vigilância e inspeção em serviço. A garantia de qualidade em manutenção, vigilância e inspeção em serviço devem incluir a identificação adequada, avaliação e, eventualmente, aprovação de mudanças em abordagens e tecnologia, e uso de materiais e peças qualificados para substituição, incluindo registros e rastreabilidade.

Por fim, cabe ressaltar que este documento não se trata de um programa de garantia da qualidade, mas ele contém requisitos de garantia da qualidade voltados à fase de operação, no que concerne às atividades de manutenção, vigilância e inspeção em serviço.

➤ **Número do documento:** GS-G-3.1

Título: Safety Guide – Application of Management System for Facility and Activities

Data de publicação da revisão atual:

Origem: Europa (Viena)

Sinopse: O objetivo desse documento é fornecer orientação genérica para estabelecer, implementar, avaliar, e melhorar continuamente um sistema de gestão que integre segurança, saúde, meio ambiente, qualidade, responsabilidade social e elementos econômicos. Ele auxilia no estabelecimento do sistema de gestão integrado preconizado no documento *General Safety Requirements – Leadership and Management for Safety*, da IAEA.

Sumário simplificado:

- 1 INTRODUÇÃO;
- Antecedentes;
- Objetivo;
- Escopo; Estrutura;
- 2 SISTEMA DE GESTÃO;
- Um sistema de gestão integrado;
- Geral;
- Implementando um sistema de gestão;
- plano de implementação;
- Arranjos de interfaces;
- Cultura de segurança;
- Gradação da aplicação dos requisitos do sistema de gestão;
- Abordagem gradual;
- Processo de classificação;
- Documentação do sistema de gestão;

- Geral;
- Estrutura da informação;
- 3 RESPONSABILIDADE DA GESTÃO;
- Compromisso da Gestão;
- Satisfação das partes interessadas;
- Geral;
- Conformidade estatutária e regulamentar; políticas organizacionais;
- Responsabilidade e autoridade para o sistema de gestão;
- 4 GESTÃO DE RECURSOS;
- Provisão de recursos;
- Envolvimento de indivíduos;
- Gestão da informação e conhecimento;
- Recursos financeiros;
- Recursos humanos;
- Competência, consciência e treinamento;
- Infraestrutura e ambiente de trabalho;
- 5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO;
- Processos de desenvolvimento;
- Gerenciamento de Processos;
- Geral;
- Identificando os processos organizacionais;
- Responsabilidades do processo;
- Processos contratados para outras organizações;
- Processos de sistema de gestão genérico;
- Controle de documentos;
- Controle de produtos;

- Equipamento de medição e teste;
- Controle de registros;
- Aquisição;
- Comunicação;
- Gerenciando mudanças organizacionais;
- 6 MEDIÇÃO, AVALIAÇÃO E MELHORIA;
- Geral;
- Monitoramento e medição;
- Autoavaliação;
- Autoavaliação pela alta administração;
- Autoavaliação por gerentes e indivíduos;
- Avaliação independente;
- Tipos de avaliação independente;
- Responsabilidades da unidade de avaliação;
- Revisão do sistema de gestão;
- Revisão das entradas;
- Revisão das saídas;
- Não conformidades e ações corretivas e preventivas;
- Controle de não conformidade;
- Ações corretivas;
- Ações preventivas;
- Melhoria;
- APÊNDICE I: TRANSIÇÃO PARA UM INTEGRADO SISTEMA DE GESTÃO;
- APÊNDICE II: ATIVIDADES NO PROCESSO DE CONTROLE DE DOCUMENTOS;
- APÊNDICE III: ATIVIDADES NO PROCESSO DE AQUISIÇÃO;

- APÊNDICE IV: DESEMPENHO DAS AVALIAÇÕES INDEPENDENTE;
- REFERÊNCIAS;
- ANEXO I SISTEMA ELETRÔNICO DE GERENCIAMENTO DE DOCUMENTO;
- ANEXO II MEIOS PARA ARMAZENAMENTO DE REGISTROS;
- ANEXO III RETENÇÃO E ARMAZENAMENTO DE REGISTROS.

Comentários: Essa publicação auxilia no estabelecimento, implementação e avaliação de sistemas de gestão para: instalações nucleares, atividades que utilizam fonte de radiação, gestão de resíduos radioativos, transporte de material radioativo, atividades de proteção contra radiação, quaisquer outras práticas ou circunstâncias em que as pessoas possam ser expostas, e regulamentação de tais instalações e atividades.

Adicionalmente, esse guia é válido durante toda a vida útil da instalação nuclear, ou seja, qualquer fase em que se encontre o empreendimento.

Cabe destacar que esse documento está alinhado aos demais documentos mais recentes publicados pela IAEA. Isso significa que trata-se da implementação e avaliação de um sistema de gestão integrado. Entretanto, percebe-se que existe muitos requisitos que podem ser utilizados na elaboração de um PGQ.

- **Número do documento:** GS-G-3.5

Título: *The Management System for Nuclear Installations*

Data de publicação da revisão atual: 2009

Origem: Europa (Viena)

Sinopse: O objetivo desse documento é fornecer recomendações e orientações para estabelecer, implementar, avaliar e melhorar continuamente um sistema de gestão que integra elementos de segurança, saúde, meio ambiente, segurança, qualidade e economia. Além disso, é complementar às orientações fornecidas pelo documento GS-G-3.1 visando cumprir os requisitos do documento GSR Part 2.

Sumário simplificado:

- 1 INTRODUÇÃO;
- Antecedentes;

- Objetivo;
- Escopo;
- Estrutura;
- 2 SISTEMA DE GESTÃO PARA UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- Conhecendo os requisitos gerais de um sistema de gestão;
- Cultura de segurança;
- Gradação da aplicação dos requisitos do sistema de gestão;
- Documentação do sistema de gestão;
- 3 RESPONSABILIDADE DA GESTÃO;
- Compromisso da Gestão;
- Encontrando a expectativa das partes interessadas;
- Políticas organizacionais;
- Planejamento;
- Responsabilidade e autoridade para o sistema de gestão;
- 4 GESTÃO DE RECURSOS;
- Provisão de recursos;
- Recursos humanos;
- Infraestrutura e ambiente de trabalho;
- 5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO;
- Processos de desenvolvimento;
- Gerenciamento de Processos;
- Processos de sistema de gestão genérico;
- Processos comuns a todas as fases;
- 6 MEDIÇÃO, AVALIAÇÃO E MELHORIA;
- Monitoramento e medição;
- Autoavaliação;

- Avaliação independente;
- Avaliação da Cultura da segurança;
- Revisão do sistema de gestão;
- Não conformidades e ações corretivas e preventivas;
- APÊNDICE I: Atingindo os atributos de uma forte cultura de segurança;
- APÊNDICE II: SISTEMA DE GESTÃO PARA ATIVIDADES DE P&D PARA UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- APÊNDICE III: SISTEMA DE GESTÃO PARA AVALIAÇÃO DE UM SITE PARA UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- APÊNDICE IV: SISTEMA DE GESTÃO PARA O PROJETO DE UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- APÊNDICE V: SISTEMA DE GESTÃO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- ANEXO VI: SISTEMA DE GESTÃO PARA O COMISSIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- INSTALAÇÃO;
- ANEXO VII: SISTEMA DE GESTÃO PARA A OPERAÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- APÊNDICE VIII: SISTEMA DE GESTÃO PARA O DESCOMISSIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO NUCLEAR;
- REFERÊNCIAS; e
- ANEXO: EXEMPLO DE UMA METODOLOGIA DE GRADAÇÃO A APLICAÇÃO DOS REQUISITOS DO SISTEMA DE GESTÃO.

Comentários: Como dito anteriormente, este Guia complementa o documento GS-G-3.1. Além disso, ele pode ser aplicado a instalações nucleares das seguintes maneiras:

- a. Apoiar o desenvolvimento, implementação, avaliação e melhoria do sistema de gestão das organizações responsáveis pela pesquisa, avaliação do local, projeto, construção, comissionamento, operação e desativação de uma instalação nuclear;

- b. Auxiliar na avaliação pelo órgão regulador da adequação do sistema de gestão de uma instalação nuclear;
- c. Auxiliar uma organização na especificação para um fornecedor, por meio de documentação contratual, qualquer elemento específico que deve ser incluído no sistema de gestão do fornecedor para o fornecimento de produtos.

Cabe destacar que o documento ainda traz recomendações relacionadas a: cultura de segurança, maneiras de especificar e desenvolver processos, medição, avaliação e melhoria do sistema de gestão. Em seu anexo VII, traz recomendações sobre sistema de gestão para a operação de uma instalação nuclear, foco deste trabalho.

4.4.4 Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

- **Número da Norma:** CNEN-NE-1.04

Título: Licenciamento de Instalações Nucleares

Data de publicação da revisão atual: 2002

Origem: Brasil

Sinopse: O objetivo dessa norma é regular o processo de licenciamento de instalações nucleares em território brasileiro, conduzido pela CNEN.

Sumário simplificado:

- 1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO;
- Objetivo;
- Campo de Aplicação;
- 2 GENERALIDADES;
- Interpretação;
- Comunicações;
- 3 DEFINIÇÕES E SIGLAS;
- 4 PROCESSO GERAL PARA CONCESSÃO DE LICENÇAS E AUTORIZAÇÕES;
- Disposições Gerais;

- Requerimentos;
- 5 APROVAÇÃO DO LOCAL;
- Informações Necessárias;
- 6 LICENÇA DE CONSTRUÇÃO;
- Disposições Gerais;
- Concessão da Licença de Construção;
- Relatório Preliminar de Análise de Segurança;
- Códigos e Normas Técnicas;
- Condições das Licenças de Construção;
- Obrigações da Organização Licenciada;
- 7 AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE MATERIAL NUCLEAR;
- 8 AUTORIZAÇÃO PARA OPERAÇÃO;
- Requerimentos;
- Concessão da Autorização para Operação Final;
- Concessão da Autorização para Operação Permanente;
- Relatório Final de Análise de Segurança;
- Plano de Emergência;
- Especificações técnicas;
- Condições das Autorizações para Operação;
- Obrigações da Organização Operadora;
- Prorrogação de Autorização para Operação;
- Cancelamento de Autorização;
- 9 INSPEÇÕES E AUDITORIAS;
- 10 ALTERAÇÕES TÉCNICAS; e
- 11 MODIFICAÇÕES, ENSAIOS, TESTES E EXPERIÊNCIAS.

Comentários: Esta norma descreve as etapas do processo de licenciamento e todos os requisitos necessários para uma instalação poder obter sua licença de operação perante a CNEN. Para as fases de Concessão da Licença de Construção e de Autorização para Operação, é necessário que o operador submeta seu PGQ e de seus contratados principais à CNEN.

Desta forma, fica evidente que a norma CNEN-1.04 deve ser aplicada juntamente com a CNEN-1.16.

➤ **Número da Norma:** CNEN-NN-1.16

Título: Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras instalações.

Data de publicação da revisão atual: 2000

Origem: Brasil

Sinopse: Esta norma tem como objetivo determinar os requisitos a serem adotados no estabelecimento e na implementação de Sistemas de Garantia da Qualidade para usinas nucleares brasileiras. O estabelecimento de um Sistema de Garantia da Qualidade se dá por meio de um Programa de Garantia da Qualidade baseado neste documento.

Sumário simplificado:

- 1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO;
- Objetivo;
- Campo de Aplicação;
- 2 GENERALIDADES;
- Interpretações;
- Normas e Documentos de Referência;
- 3 DEFINIÇÕES E SIGLAS;
- 4 REQUISITOS PARA OS SISTEMAS E PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE;
- Sistema de Garantia da Qualidade;
- Programas de Garantia da Qualidade;
- Organização;

- Controle de Documentos;
- Controle de Projetos;
- Controle de Aquisições;
- Controle de Materiais;
- Controle de Processos;
- Controle de Inspeção e Testes;
- Controle de Itens não-conformes;
- Ações Corretivas;
- Registros de Garantia da Qualidade; e
- Auditoria.

Comentários: Este documento é o mais importante no que tange a Garantia da Qualidade voltado às instalações nucleares brasileiras. Com o propósito de aumentar a segurança da instalação, o requerente precisa obrigatoriamente submeter um Programa de Garantia da Qualidade com base nesta norma à CNEN.

Desta forma, um PGQ deve, no mínimo, mas não se limitando a preencher todos os requisitos estabelecidos na CNEN-NN-1.16.

- **Número da Norma:** CNEN-NE-1.21

Título: Manutenção de Usinas Nucleoelétricas.

Data de publicação da revisão atual: 1991

Origem: Brasil

Objetivo: O objetivo dessa norma é determinar os requisitos administrativos e organizacionais para o estabelecimento e implementação de um programa de manutenção de Usinas nucleares.

Sumário simplificado:

- 1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO;
- Objetivo;
- Campo de Aplicação;
- 2 GENERALIDADES;

- 3 DEFINIÇÕES;
- 4 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO;
- Disposições Gerais;
- Estabelecimento do Programa de Manutenção;
- Programa de manutenção preventiva;
- Relacionamento entre organizações;
- Planejamento da Manutenção;
- 5 ORGANIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE PELA MANUTENÇÃO;
- Estrutura Organizacional;
- Responsabilidades;
- Seleção e Treinamento do Pessoal de Manutenção;
- 6 CONTROLE ADMINISTRATIVOS;
- Procedimentos Administrativos;
- Escopo dos Procedimentos Administrativos; Procedimentos Técnicos de Manutenção;
- 7 INSTALAÇÕES DE MANUTENÇÃO;
- Oficinas;
- Instalações para manutenção de itens contaminados por radiação;
- Instalações para descontaminação;
- Instalações especiais;
- Instalações para içamento e movimentação;
- 8 SUBSTITUIÇÕES E REPAROS;
- Manutenção Corretiva;
- Substituição de Itens defeituosos;
- Reparo de itens defeituosos;
- 9 MODIFICAÇÕES DECORRENTES DE MANUTENÇÃO;

- Tipos de modificação;
- Requisitos de Análises;
- Submissão de propostas;
- Implementação e documentação;
- 10 MATERIAIS, ITENS E COMPONENTES SOBRESSALENTES;
- Organização;
- Aquisição;
- Recebimento;
- Armazenagem;
- Requisitos de distribuição;
- 11 REGISTROS;
- Geração e coleta de registros;
- Retenção de Registros;
- 12 PROGRAMA DE ANÁLISE, AUDITORIA E INSPEÇÃO;
- Necessidade do Programa;
- Análise da manutenção; Programas de Auditoria; e
- Procedimentos de Inspeção.

Comentários: Como o objetivo proposto neste trabalho é estabelecer um PGQ para uma Base de apoio em sua fase operacional, a norma se mostra útil devido ser voltada às atividades de manutenção. Ela deve ser utilizada em conjunto principalmente com as normas CNEN-1.04 e CNEN 1.16. Segundo a norma, o programa de manutenção deve abranger as medidas administrativas e técnicas necessárias à realização de atividades de manutenção, incluindo vistoria, reparo e substituição de peças e, quando apropriado, testes, ensaios não-destrutivos, calibração e inspeção, além de modificações em estruturas, sistemas e componentes. A organização deve ser capaz estabelecer o programa de manutenção a fim de manter o desempenho da planta de acordo com o projetado.

Número da Norma: CNEN-NE-1.24

Título: Uso de Portos, Baías e Águas sob Jurisdição Nacional por Navios Nucleares.

Data de publicação da revisão atual: 1991

Origem: Brasil

Sinopse: O objetivo dessa norma é estabelecer os requisitos de segurança nuclear e radioproteção aplicáveis à entrada e uso de portos, baías e águas sob jurisdição nacional por meios navais com propulsão nuclear, não compreendendo a avaliação de segurança intrínseca da instalação nuclear.

Sumário simplificado:

- 1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO;
- Objetivo;
- Campo de Aplicação;
- 2 GENERALIDADES;
- Obrigatoriedade e interpretações;
- Requisitos Adicionais;
- Regulação Complementar;
- 3 DEFINIÇÕES;
- 4 OPERAÇÕES NORMAIS DURANTE ESTADIA;
- 5 DOCUMENTAÇÃO DE SEGURANÇA DO NAVIO;
- Documentação de Operação;
- Simplificação da Documentação;
- 6 PLANO DE OPERAÇÃO DO PORTO;
- Plano de Operação Específico;
- Conteúdo;
- Documentação Complementar;
- 7 PROCESSO DE SELEÇÃO DE CAIS, TERMINAIS E FUNDEADOUROS;
- Cais, Terminais e Fundeadouros Normais;
- Fundeadouro Remoto;
- 8 RECARREGAMENTO DE COMBUSTÍVEL NUCLEAR;

- 9 REJEITOS RADIOATIVOS;
- 10 MONITORAÇÃO RADIOLÓGICA AMBIENTAL;
- 11 MONITORAÇÃO RADIOLOGICARELACIONADA A UM ACIDENTE NO REATOR DE NAVIO NUCLEAR;
- 12 VERIFICAÇÃO A BORDO DAS CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DA INSTALAÇÃO NUCLEAR; e
- ANEXO – CONVENÇÕES INTERNACIONAIS E NORMAS NACIONAIS.

Comentários: A norma é aplicada a todos os navios de propulsão nuclear cuja intenção é adentrar em águas territoriais nacionais para fazer escala. No tocante à Base de Apoio, ela provê serviços de manutenção e reparos e, adicionalmente, serve como de ponto de apoio e escala para esses Meios. Desta forma, a norma é aplicável para o estabelecimento de um PGQ para uma Base de Apoio.

Cabe ressaltar que os requisitos de segurança nuclear e radioproteção abordados nesta norma são:

- a) Operações normais durante estadia;
 - b) Documentação de Segurança do navio nuclear;
 - c) Plano de Operação do Porto;
 - d) Processo de Seleção de cais, terminais e fundeadouros;
 - e) Recarregamento de combustível nuclear;
 - f) Rejeitos Radioativos;
 - g) Monitoração radiológica ambiental;
 - h) Monitoração radiológica relacionada a um acidente no reator do
 - i) navio nuclear; e
 - j) Verificação a bordo das condições de funcionamento da instalação nuclear.
- **Número da Norma:** CNEN-NE-1.26

Título: Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas.

Data de publicação da revisão atual: 1997

Origem: Brasil

Objetivo: O objetivo dessa norma é estabelecer requisitos mínimos para garantir a operação segura da Usina, sem gerar risco indevido à saúde, à segurança da população e ao meio ambiente.

Sumário simplificado:

- 1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO;
- Objetivo;
- Campo de Aplicação;
- 2 GENERALIDADES;
- 3 SIGLAS e DEFINIÇÕES;
- 4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
- 5 COMISSIONAMENTO DA USINA;
- 6 ESTRUTURA DA ORGANIZAÇÃO OPERADORA;
- 7 GERENCIAMENTO E PESSOAL ENVOLVIDO NA OPERAÇÃO DA USINA;
- 8 INSTRUÇÕES E PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO;
- 9 MANUTENÇÃO, TESTES, EXAMES, ENSAIOS E INSPEÇÕES PERIÓDICAS;
- 10 GERENCIAMENTO DO NÚCLEO DO REATOR E MANUSEIO DOS ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS;
- 11 MODIFICAÇÃO DO PROJETO;
- 12 RADIOPROTEÇÃO;
- 13 GERENCIAMENTO DE EFLUENTES E REJEITOS RADIOATIVOS;
- 14 PREPARAÇÃO PARA EMERGÊNCIAS;
- 15 GARANTIA DA QUALIDADE;
- 16 PROTEÇÃO FÍSICA DA USINA;
- 17 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO;
- 18 ANÁLISE DA OPERAÇÃO E DA EXPERIÊNCIA OPERACIONAL;

- 19 REGISTROS E RELATÓRIOS;
- 20 GERENCIAMENTO DE RISCO; e
- 21 REAVALIAÇÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA.

Comentários: Essa norma é aplicada às atividades relacionadas com o comissionamento e com a operação da Usina. Alguns de seus capítulos fazem referência a outras normas da CNEN, como por exemplo: o capítulo 9 (referência à CNEN-NE-1.21), o capítulo 15 (referência à CNEN-NE-1.16) e o capítulo 17 (referência à CNEN-NE-2.03). Desta forma, ela deve ser aplicada em conjunto com outras normas da CNEN.

4.5 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

Este item relacionou e condensou todos os dados e observações obtidos pelo pesquisador durante visita na Usina Nuclear de Angra. Também faz parte desse tópico a seleção de entrevistados selecionados. Todas as entrevistas se encontram no Apêndice C deste trabalho.

4.5.1 Resultado das observações

A modalidade de observação utilizada nesta pesquisa foi a observação não participante, conduzida nas instalações da Usina de Angra I, com o intuito de verificar o funcionamento do Sistema de Garantia da Qualidade e outras atividades em tempo real.

As observações relevantes para o estudo foram registradas e tratadas, auxiliando na composição do Programa de Garantia da Qualidade da Organização de apoio de submarino convencional com propulsão nuclear.

Observou-se o funcionamento do SGQ e algumas atividades realizadas pela equipe da qualidade da Usina de Angra I. O chefe de departamento da qualidade responde pelas 3 Usinas e, conseqüentemente, cada usina tem sua equipe e seu supervisor da qualidade. Eventualmente, durante auditorias, é possível que membros realizem auditorias nas usinas que não trabalham efetivamente.

Cabe ressaltar que as Usinas de Angra I e II estão na fase operação enquanto a Usina Angra III está na fase de construção. Desta forma, algumas atividades conduzidas na área da qualidade em Angra III são diferentes em relação à Angra I e II. O PGQ da Usina de Angra III é da fase de construção, diferentemente dos PGQ de Angra I e II.

Outro ponto importante a ser mencionado é que em 2024 a Usina de Angra I completa 40 anos de operação, tempo em que ela foi projetada para operar. Com isso, para poder operar com segurança, a usina envidou esforços e montou uma equipe focada para conduzir o Programa de Extensão de Vida Útil de Angra I (LTO, do inglês *Long Term Operation*).

Outro ponto que merece destaque foi a apresentação conduzida pelo Eng^o Jorge Luís Pinheiro Teixeira, supervisor do Departamento de Controle de Trabalho de Angra I. Nesta apresentação foi explicado o processo de Gerenciamento do Trabalho. Basicamente o gerenciamento consiste em:

1. Identificação (*Work Identification*)
 - a) Manutenção Planejada – Preventiva e Vigilância
 - b) Manutenção Corretiva
 - c) Atividades de Modificação
2. Planejamento (*Work Planning*)
 - a) Instruções técnicas
 - b) Itens/componentes, ferramentas, bloqueios, re-ordens etc.
3. Agendamento (*Work Scheduling*)
 - a) Diário, semanal, trimestral, agendamentos cíclicos online (*Cycle online schedules*)
 - b) Agendamento de paradas/interrupções (*Outage schedules*)
 - c) Agendamento de longo prazo (*Long Term Schedules*)
4. Execução (*Work Execution*)
5. Fechamento (*Work Close/Feedback*)

Os serviços de manutenção podem ocorrer com a planta em operação (online) ou em parada. Muitos dos itens/equipamentos possuem redundância, desta forma, é possível realizar manutenção no “TREM B” enquanto a usina opera por meio do “TREM A”, de maneira normal. Com relação a parada da usina, esta ocorre a cada 14 meses e é planejada 1 ano antes da sua ocorrência. A Usina de Angra I tem como meta estender o intervalo entre paradas para 18 meses. Todo esse planejamento é realizado por meio dos procedimentos PA-PG 01 (manutenção online) e PA-GE 49 (parada da Usina).

Outro fato observado é que todas as atividades da Usina são executadas mediante um procedimento específico. Nada é feito sem um procedimento e todas as atividades são sempre inspecionadas duas vezes, ou mais. O controle de documentos é feito pelo software SINCROIA, que possui as versões atuais dos procedimentos utilizados por toda instalação. Já os registros são armazenados fisicamente em uma sala com armários de metal. Mais detalhes sobre controle de documentos é realizado no tópico 4.5.6.

4.5.2 Resultados das entrevistas

As entrevistas realizadas foram gravadas e os resumos encontram-se no apêndice C deste trabalho. Elas ocorreram na própria Usina de Angra I, durante a semana do dia 16 ao dia 20 de novembro de 2020. No Quadro 13, encontra-se o nome dos entrevistados e outros dados relevantes.

Quadro 13 - Resultados das entrevistas.

Nome	Formação	Função administrativa	Instituição	Data da Entrevista
Paulo Adriano da Silva	Engenheiro	Auditor residente do órgão regulador	CNEN	17/11/2020
Leonardo Texeira Marcos	Engenheiro	Chefe Dep. Gestão de Manutenção e Confiabilidade	ETN	18/11/2020
Luciano Cunha Glória	Engenheiro	Chefe de Dep. de Condições Materiais e Facilidades	ETN	18/11/2020
Ana Rosa Baliza Maia	Engenheira	Supervisora da Qualidade	ETN	19/11/2020
José Ubiratan Delgado	Engenheiro	Professor / Pesquisador	IRD	27/12/2020
Antônio André Muniz Pontes	Engenheiro	Especialista em Garantia da	UCAM	20/01/2021

		Qualidade Nuclear		
--	--	----------------------	--	--

Fonte: elaboração própria.

4.5.3 Resumo das respostas dos entrevistados

Por meio da análise das entrevistas, pretende-se identificar qual a abrangência de um PGQ para fase de operação de uma Base Naval de Apoio. Os entrevistados foram selecionados de acordo com suas áreas de atuação na Usina de Angra I. Adicionalmente, os professores entrevistados foram selecionados por meio de seus currículos acadêmicos. Entretanto, vale ressaltar que a dificuldade residiu em encontrar especialistas na área da garantia da qualidade para área nuclear.

Com relação ao uso de normas voltadas à Garantia da Qualidade, os entrevistados apontaram que a norma da CNEN-NE-1.16 é soberana e que, no mínimo, o PGQ deve atendê-la em sua totalidade. No caso de uma Base de Apoio, não existe norma específica a ser aplicada, entretanto, as normas nacionais existentes podem ser adaptadas e customizadas para este novo cenário. Desta forma, o SGQ proposto precisa preencher os requisitos das normas da CNEN e ir ao encontro das necessidades do projeto.

Quanto ao uso das normas da IAEA, percebe-se um consenso entre os entrevistados em aprovar a utilização de algumas recomendações da IAEA. Um dos entrevistados comentou que elas trazem o estado da arte, o que está sendo praticado geralmente no mundo, e que a norma CNEN-NN-1.16 precisa de uma atualização. Algumas dessas normas são utilizadas na elaboração do PGQ de Angra I. Também foi observado a importância das normas estabelecidas pela NRC. Devido o projeto de Angra I ser americano, é importante sempre atender as normas da NRC.

Com relação ao uso de normas da área de manutenção, os entrevistados responderam que normas da IEEE para atividades de área elétrica e instrumentação são utilizadas, assim como da ASME e EPRI. Muitos manuais e recomendações são obtidas pelo próprio fabricante.

Com relação à abrangência do PGQ, um dos entrevistados respondeu que deve-se acrescentar, no mínimo, quatro programas: monitoração ambiental (incluindo medição de radioatividade ambiental por meio de coleta de água, de sedimentos, efluentes), de proteção contra incêndio, proteção radiológica e de gestão de riscos. De maneira geral, os entrevistados concordam que podem ser incluídos outros programas ao PGQ estipulado pela CNEN-NE-1.16.

O PGQ elaborado pelo Departamento da Qualidade de Angra I e aprovado pela CNEN, possui mais requisitos do que o estipulado na Norma CNEN-NN-1.16.

Um ponto interessante a ser mencionado é que os dois entrevistados da área acadêmica discordam quanto a adição do item Extensão de Vida Útil (LTO) para a Base Naval de Apoio. Isso deve-se ao fato de a Base Naval ser uma instalação nova, diferentemente de Angra I, não havendo a preocupação com o envelhecimento dos equipamentos, sistemas e componentes da planta.

Quanto à diferença entre um SGQ de uma planta nucleoeletrica convencional e um SGQ de uma Base de Apoio, um dos entrevistados respondeu que a Base de apoio deverá seguir as mesmas normas de uma planta convencional, sem nenhuma diferença. As normas da CNEN são obrigatórias, mas outras normas podem ser incluídas no SGQ. No mínimo deverá cumprir os requisitos da CNEN-NN-1.16. De maneira geral, todos os entrevistados concordam que os requisitos de garantia da qualidade da Base de Apoio e de uma Instalação convencional devem ser os mesmos. Ademais, os entrevistados do setor da manutenção acrescentam que os requisitos de manutenção e operação também devem ser os mesmos.

Quanto às atividades realizadas nas Bases Navais dos países desenvolvidos, pouco foi dito. As atividades de manutenção da frota de meios navais com propulsão nuclear ocorrem geralmente em atracadouros que atuam como Bases de Apoio, as quais são consideradas instalações nucleares por estes países. Essas Bases realizam manutenção e reparo nesses Meios, seguindo os padrões de radioproteção e segurança definidos pelas autoridades regulatórias nacionais.

Com relação ao pessoal, os entrevistados concordam que a base de um SGQ é possuir pessoas bem treinadas e capacitadas para desempenharem suas atividades com segurança e qualidade. Ter uma equipe bem treinada deve ser uma busca constante da Alta direção e gerência da organização. Além de saber executar sua atividade, é necessário que as pessoas conheçam os processos dentro do SGQ e ter a cultura de segurança em mente.

Com relação à cultura de segurança, os entrevistados concordam que ela deve estar bem enraizada nas pessoas, que deve ser um dos focos principais no PGQ. O pessoal precisa entender os impactos que a manutenção tem na segurança da Usina e dos riscos envolvidos.

4.5.4 Resultado da coleta documental realizada em campo

Esta seção apresentará os resultados da coleta de documentos realizado na Usina de Angra I. Foram elaborados resumos de alguns desses documentos utilizados no dia a dia da usina. Cabe ressaltar que diante da extensão do SGQ da ETN e, conseqüentemente, da quantidade numerosa de documentos, é impraticável a análise de todos eles. Desta forma, foram selecionados o PGQ da ETN, o PGQ de Angra I (capítulo 17.2 do RFAS) e o PA-GE 01 – Manual de Operação da Usina (MOU).

4.5.5 Descrição do Sistema de Garantia da Qualidade da Eletrobras Eletronuclear

O documento Descrição do Sistema de Garantia da Qualidade da Eletrobras Eletronuclear (DQ) é o documento da mais alta hierarquia dentro do Sistema da Garantia da Qualidade (SGQ) da Eletronuclear (ETN) que descreve a sistemática adotada pela empresa para operacionalizar suas atividades do âmbito do SGQ. É aplicado à Presidência, e às Diretorias da ETN em suas atividades que afetam a qualidade dos itens importantes à segurança, nos termos da Norma CNEN-NN-1.16.

Isto posto, verifica-se que este documento é o PGQ ao nível corporativo da ETN, cujo índice segue aproximadamente a itemização adotada na norma CNEN 1.16.

Os documentos de referência utilizados na sua elaboração são:

- a) CNEN-NN-1.01 (Licenciamento de Operadores de Reatores Nucleares)
- b) CNEN-NE-1.04 (Licenciamento de Instalações Nucleares)
- c) CNEN-NE-1.06 (Requisitos de saúde para Operadores de Reatores Nucleares)
- d) CNEN-NN-1.16 (Garantia da Qualidade para segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras instalações);
- e) CNEN-NN-1.17 (Qualificação de Pessoal e Certificação para Ensaio não destrutivos em itens de instalações nucleares)
- f) CNEN-NE-1.21 (Manutenção de Usinas Nucleoelétricas)
- g) CNEN-NE-1.25 (Inspeção em Serviço em Usinas Nucleoelétricas)
- h) CNEN-NE-1.26 (Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas)
- i) CNEN-NN-3.01 (Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica)
- j) NBR ISO 9001:2008 (Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos)

No documento está presente a política da qualidade da ETN:

“Buscar continuamente, em todos os seus processos, através do cumprimento das normas técnicas nacionais e internacionais e da legislação vigente no país, o nível de qualidade compatível com todas as etapas e atividades de geração de energia elétrica a partir da energia nuclear”

Segundo o documento, para implementar um SGQ em cada empreendimento, são emitidos procedimentos documentados dentro de uma estrutura de documentação normativa válida para toda a empresa. Cada empreendimento da ETN terá seu próprio PGQ, como exigido pela norma CNEN-NE-1.04. Nos casos em que não houver necessidade de um PGQ, outro tipo de documento com a mesma finalidade poderá ser emitido, como por exemplo, um plano da qualidade ou manual do empreendimento.

Outro ponto que merece destaque é que as gerências das Unidades Organizacionais (UO) executoras de atividades que influem na qualidade avaliam, a intervalos regulares, a adequação e a situação da implementação da porção do Sistema de Garantia da Qualidade aplicável à sua área, providenciando ações corretivas sempre que necessário.

Com relação ao programa de Garantia da Qualidade, o documento menciona que para as fases de projeto, construção, montagem, comissionamento e operação é submetido ao órgão licenciador um PGQ de cada empreendimento gerenciado pela Eletrobras Eletronuclear (ETN) e de seus contratados principais. Esses programas fazem parte da seção 17.1 do RPAS. O licenciamento da fase de operação de cada usina, o PGQ constitui a seção 17.2 do RFAS.

Com relação aos representantes do SGQ, o documento expressa que em cada superintendência da empresa é indicado, pelo menos, uma pessoa que tem a responsabilidade de coordenar as atividades de implantação do SGQ dentro das UO de sua superintendência e de representá-la em discussões de assuntos relativos ao SGQ corporativo.

Com relação ao controle de documentos, a hierarquia adotada pela ETN é formada dos seguintes documentos:

- a) Descrição do Sistema da Garantia da Qualidade da Eletrobras Eletronuclear (DQ)
- b) Programa de Garantia da Qualidade (PGQ): São documentos de mais alta hierarquia dentro de um empreendimento a ser licenciado pela CNEN. Apresentam os compromissos para o estabelecimento do SGQ da ETN para o projeto em questão e são submetidos à CNEN antes do início das atividades a que

se referem. Em outras palavras, cada empreendimento deverá ter seu próprio PGQ.

- c) Manual de Organização (MO): Documento que formaliza a estrutura organizacional da ETN, estabelecendo os níveis de autoridade, definindo métodos para divisão de trabalho, estabelecendo as delegações de competências e facilitando a comunicação interna entre os diversos órgãos.
- d) Instrução Normativa (IN): Documento utilizado para implantar normas, critérios, definições e procedimentos para regulamentar atividades, serviços e rotinas de trabalho.
- e) Diretriz Setorial (DS): Documento utilizado para divulgar, dentro de uma determinada Diretoria ou Unidade Regional, decisões, ordens ou informes de âmbito local.
- f) Manual de Operação da Usina (MOU): É o conjunto de procedimentos utilizados durante a fase de operação da planta nuclear;
- g) Comunicação de Projeto (CP): Documento que tem a função de regulamentar assuntos específicos de um empreendimento ou projetos nas áreas técnico-administrativas, comercial, organizacional e interfaces internas entre diferentes áreas da empresa e externas com outras empresas.
- h) Procedimento corporativo (PC): Documento com a função de estabelecer e/ou descrever diretrizes responsabilidades, atribuições, interfaces e tarefas para processos executados por mais de uma Diretoria, Superintendência ou Assessoria, podendo também regulamentar processos e interfaces entre a Eletronuclear e organizações externas;
- i) Procedimentos Executivos (PE): Documento com a função de estabelecer e/ou descrever diretrizes responsabilidades, atribuições, tarefas e critérios de Garantia da Qualidade para processos internos às UOs, podendo também regulamentar processos com as contratadas; e
- j) Instrução de Trabalho (IT): Documento com a função de detalhar um procedimento já regulamentado e especificar a forma de executar um processo ou atividade dentro de uma determinada UO.

A hierarquia adotada pela ETN no que diz respeito ao controle de documentos pode ser visualizada por meio da Figura 11:

Figura 11 - Pirâmide da Documentação da ETN.



Fonte: Eletrobras Eletronuclear.

Com relação ao controle de projeto, o documento enuncia que são estabelecidas e documentadas medidas de controle de projeto para assegurar que os requisitos de projeto sejam incluídos e referenciados corretamente nas especificações, códigos computadorizados de projeto, desenhos, procedimentos ou outros documentos de projeto. As modificações de projeto que envolvam segurança nuclear não avaliada ou alteração em especificação técnica são previamente submetidos à CNEN, de acordo com a norma CNEN NE 1.26.

No quesito controle de aquisições, o documento afirma que os fornecedores de itens e serviços importantes à segurança ou à qualidade são avaliados de acordo com sua capacidade de atender os requisitos dos documentos de aquisições. Outro ponto importante é que fornecedores de itens e serviços estão sujeitos a inspeções e auditorias na fonte ou verificação do produto na sua entrega.

Com relação ao controle de materiais, o documento assegura, por meio de procedimentos, que medidas para identificação e controle de itens, conjuntos parcialmente fabricados, durante

toda a fabricação, montagem, instalação e uso são tomadas. Outras medidas tomadas envolvem controle de manuseio, armazenagem, embarque, limpeza, embalagem, preservação de materiais e equipamentos, a fim de evitar deterioração e perdas.

No item de controle de processos, o documento destaca que no caso específico de execução, controle e supervisão de quaisquer mudanças no estado operacional das usinas, que somente pessoal designado e licenciado pela CNEN, de acordo com a norma CNEN-NN-1.01 está autorizado. Além disso, o pessoal envolvido na operação da usina é examinado periodicamente, de acordo com as Normas CNEN-NE-1.06 e CNEN-NN-3.01. Ensaios não destrutivos são executados por pessoas qualificadas segundo a Norma CNEN-NN-1.17.

Em se tratando de Controle de inspeção e testes, o documento estabelece um programa de inspeção de itens e de atividades, realizadas em várias etapas onde seja necessário assegurar a qualidade. São indicados em procedimentos os pontos em que devem ser executados as inspeções e testes. No caso específico da operação, o documento cita a existência de um programa de manutenção, inspeção, testes, exames e ensaios, levando em conta as especificações técnicas do fabricante, com base nas Normas CNEN-NE-1.21 e CNEN-NE-1.25.

Outro ponto importante neste item é a situação de inspeções e testes de itens individuais da instalação é identificada por meio de marcações, carimbos, etiquetas, rótulos, cartões de controle, registros de inspeções, localização física e outros meios que possam sinalizar itens aceitos e itens reprovados nessas inspeções e testes.

No controle de itens não conformes, procedimentos escritos são estabelecidos para controlar esses itens através de marcas, etiquetas e segregação física, para que não sejam usados indevidamente.

No caso de ações corretivas, o documento cita que condições adversas à qualidade, como por exemplo: falhas, mau funcionamento, deficiências, desvios, materiais e equipamentos defeituosos, e não conformidades, sejam identificadas e corrigidas.

O documento menciona que os registros de garantia da qualidade são mantidos para prover evidência de que requisitos da qualidade foram satisfeitos. Registros da qualidade podem ser: resultados de análises, inspeções, testes, auditorias, monitoração de desempenho de trabalho, análise de materiais, notificações de alteração de campo, folhas diárias da operação, tratamento de não conformidades, qualificação do pessoal, procedimentos etc. Todos eles são devidamente identificados, controlados e armazenados.

Todo o SGQ deve ser verificado por meio de auditorias internas e externas. Neste contexto, o DQ comenta que um sistema de auditoria internas e externas é planejado e documentado, por meio de procedimentos específicos e por pessoal qualificado. Ações de acompanhamento são estabelecidas a fim de verificar se as ações corretivas foram implementadas corretamente.

No Quadro 14 é citada as referências utilizadas na elaboração da Descrição do Sistema de Garantia da Qualidade da Eletrobras Eletronuclear (DQ), a seguir:

Quadro 14 - Normas utilizadas no DQ.

ITEM DO DQ	REFERÊNCIAS
3 – Definições e Abreviaturas	CNEN NN-1.16
6.1 – Política da Qualidade	CNEN NE-1.26 NBR ISO 9001:2008
6.2 – Sistema de Garantia da Qualidade	CNEN NE-1.04 CNEN NN-1.16 CNEN NE-1.26 NBR ISO 9001:2008
6.3 – Programas de Garantia da Qualidade	CNEN NN-1.16 CNEN NE-1.26
6.4 – Organização	CNEN NE-1.06 CNEN NN-1.16 CNEN NN-1.17 CNEN NE-1.26 CNEN NN-3.01 NBR ISO 9001:2008
6.5 – Controle de Documentos	CNEN NN-1.16 CNEN NE-1.26 NBR ISO 9001:2008
6.6 – Controle de Projetos	CNEN NN-1.16 CNEN NE-1.26 NBR ISO 9001:2008
6.7 – Controle de Aquisições	CNEN NN-1.16 NBR ISO 9001:2008
6.8 – Controle de Materiais	CNEN NN-1.16

	NBR ISO 9001:2008
6.9 – Controle de Processos	CNEN NN-1.01 CNEN NE-1.06 CNEN NN-1.16 CNEN NN-1.17 CNEN NN-3.01 NBR ISO 9001:2008
6.10 – Controle de Inspeções e Testes	CNEN NN-1.16 CNEN NE-1.21 CNEN NE-1.25 NBR ISO 9001:2008
6.11 – Controle de Itens não conformes	CNEN NN-1.16 NBR ISO 9001:2008
6.12 – Ações Corretivas	CNEN NN-1.16
6.13 – Registros da Garantia da Qualidade	CNEN NN-1.16 CNEN NE-1.26
6.14 – Auditorias	CNEN NN-1.16

Fonte: Adaptado de Eletrobras Eletronuclear.

4.5.6 Programa de Garantia da Qualidade para fase de Operação de Angra I

O Programa de Garantia da Qualidade para Operação de Angra I, hierarquicamente subordinado ao PGQ corporativo da Eletronuclear, está contido no capítulo 17 do Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS) da Usina.

Visando o alinhamento com as práticas mais atuais de Sistema de Gestão Integrado (SGI), o PGQ de Angra I não se limita ao escopo proposto da Norma CNEN 1.16. Pode-se observar o acréscimo de políticas de gestão integrada de: segurança, qualidade, ambiental, segurança industrial e de extensão de vida útil.

Desta forma, o objetivo do PGQ é estabelecer a estrutura do SGQ implementada na Usina de Angra I, não apenas satisfazendo a norma CNEN-NN-1.16, mas também envolvendo um modelo de gestão integrado. Adicionalmente, visa atender o programa de extensão de vida útil da Usina (LTO).

O documento estabelece:

- a) Política de Gestão Integrada de Segurança;
- b) Política da Qualidade (alinhado com o DQ);
- c) Política Ambiental;
- d) Política de Segurança Industrial da Eletrobras Eletronuclear (baseada na IAEA – No NP-T 3.3 - *Industrial Safety Guidelines for Nuclear Facilities*); e
- e) Política de Projeto de Extensão de Vida Útil de Angra I.

O PGQ é aplicável às atividades que influem na qualidade de itens e serviços importantes à segurança ou cuja falha ou mau funcionamento possam resultar na perda de disponibilidade no escopo da operação de Angra I e às atividades de extensão de sua vida útil. Os mesmos critérios de garantia da qualidade para operação da Usina são aplicáveis para a extensão de sua vida útil.

Quanto à itemização adotada no PGQ de Angra I, esta pode ser observada no Quadro 15:

Quadro 15 - Itemização do PGQ de Angra I.

17.2.1 – Introdução
17.2.2 – Objetivo
17.2.3 – Aplicabilidade
17.2.4 – Referências
17.2.5 – Definições e Siglas
17.2.6 – Sistema de Garantia da Qualidade
17.2.7 – O Programa de Garantia da Qualidade de Angra I
17.2.8 – Organização
17.2.9 – Controle de Documentos
17.2.10 – Controle de Projetos
17.2.11 – Controle de Aquisições
17.2.12 – Controle de Materiais
17.2.13 – Controle de Processos Especiais
17.2.14 – Manutenção, Testes, Exames, Ensaios e Inspeções Periódicas
17.2.15 – Controle de Itens Não Conformes e Estabelecimento de Ações Corretivas
17.2.16 – Registros e Relatórios
17.2.17 – Auditorias
17.2.18 – Conservação Preventiva em Angra I e Segurança Industrial

17.2.19 – Gerenciamento de Paradas para Recarregamento e Manutenções
17.2.20 – Gerenciamento do Núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos Combustíveis
17.2.21 – Radioproteção
17.2.22 – Gerenciamento de efluentes e Rejeitos Radioativos
17.2.23 – Preparação para Emergências
17.2.24 – Proteção Física
17.2.25 – Proteção Contra Incêndio
17.2.26 – Análise da Operação e da Experiência Operacional
17.2.27 – Gerenciamento do Risco
17.2.28 – Reavaliação Periódica de Segurança
17.2.29 – Extensão de Vida Útil de Angra I (LTO) – Renovação de Licença e Operação por longo prazo
17.2.30 – Anexos

Fonte: adaptado de Eletrobras Eletronuclear.

Observando o item 17.2.4–Referências do PGQ, pode-se afirmar que o documento é baseado nas normas e regulamentos da CNEN, Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e da *Nuclear Regulatory Commission* (NRC). Outras normas de instituições mundialmente conhecidas também são citadas: *American Nuclear Safety (ANS)*, *American National Standards Institute (ANSI)* e *American Society Mechanical Engineers (ASME)*.

Não apenas as referências citadas, mas também todas as experiências operacionais adquiridas, internamente ou externamente, são incorporadas e internalizadas por meio de procedimentos. Esses procedimentos estão em constante revisão, buscando-se uma contínua melhoria por meio do ciclo PDCA¹⁶.

Outro ponto a ser observado é o fato de que o PGQ, além de ser o próprio capítulo 17.2 do Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS), também está escrito em forma de procedimento.

O Procedimento Administrativo Garantia da Qualidade – Critérios Gerais (PA-GE 30) é a cópia do capítulo 17.2 do RFAS. O PA-GE 30 pode ser alterado ou revisado segundo os critérios adotados no procedimento Organização do Manual de Operação da Usina (PA-GE 01).

¹⁶ O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) é uma ferramenta de melhoria contínua composto de quatro etapas. A ISO 9001 emprega a abordagem de processo que incorpora o ciclo PDCA (NATARAJAN, 2017).

As modificações são apresentadas e avaliadas na Comissão de Revisão da Operação da Usina (CROU) para posterior aprovação da Alta direção de Angra I.

A Eletronuclear também tem compromisso com o segurança e bem-estar dos seus trabalhadores. Neste sentido, está incluído no SGQ de Angra I a Segurança Industrial e Medicina do Trabalho. As bases da Segurança Industrial e Medicina do Trabalho tem como referência as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e o próprio SGQ corporativo da ETN. Desta forma, o SGQ de Angra 1 promove um ambiente de trabalho seguro e saudável por meio de uma estrutura que permite a usina identificar e controlar consistentemente seus riscos à saúde e segurança, reduzir o potencial de acidentes, melhorando o desempenho geral de seus funcionários. Continuando nessa linha de raciocínio, o PGQ estabelece a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) como forma principal de participação dos trabalhadores, na prevenção de acidentes e na melhoria contínua das condições de trabalho.

Quanto à parte ambiental, o PGQ estabelece um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) com base na ISO 14001:2015, a fim de cumprir o parecer técnico 005340/3 emitido pelo IBAMA e a condicionante 2.1.1 da Licença de Operação da Usina. O Sistema está descrito em detalhes no procedimento PC-AM-AG-10 - Manual do Sistema de Gestão Ambiental.

Com relação ao controle de documentos realizado pela Usina, ele é realizado por meio dos seguintes procedimentos:

- a) Organização do Manual de Operação - Critérios para Elaboração de Procedimentos (PA-GE 01);
- b) Documentação Normativa da Usina - Sistemática de Controle (PA-GE 03);
- c) Alteração das especificações técnicas (PA-TG 10);
- d) Alterações de *Setpoint* e de Ranges de Instrumentos (PA-TG 12);
- e) Controle de documentos e registros relacionados à renovação de licença e operação por longo prazo de Angra 1 (PA-LG 03);
- f) Elaboração e Tramitação de Procedimentos Corporativos, Procedimentos Executivos e Instruções de Trabalho (PC-AG-GQ-001);
- g) Análise de PASR – Pedido de Alteração de *Setpoint* ou range (PE-AG-MP-10);
- h) Revisão do Relatório Final de Análise de Segurança (PC-AG-LI-001); e

- i) Sistemática de Distribuição e Implementação de Normas da CNEN (PC-AG-LI-002).

Estes procedimentos estabelecem medidas para assegurar que as pessoas que realizam uma determinada função conheçam e usem os documentos corretos e apropriados e que sejam informados quando alguma alteração na documentação ocorra. Essas alterações são realizadas pelas mesmas pessoas que analisam e aprovam os documentos originais. Todos os procedimentos da Usina têm a indicação na capa, do autor, revisor, responsável e o aprovador do procedimento. Foi estabelecido na ETN um software de controle de documentos, SINCRONIA, disponível na INTRANET da empresa, onde todos os funcionários têm acesso as versões mais atuais dos documentos.

Com relação ao controle de operação, vale ressaltar que os procedimentos da operação são elaborados com base nos sistemas projetados pelos fabricantes e fornecedores, levando-se em consideração os aspectos de qualidade e radioproteção. Esses procedimentos tratam a usina em condições normais operação, condições previstas, condições de acidentes de base de projeto e, quando exequível, em condições de acidentes severos.

Os procedimentos de Operação, contidos no volume II do MOU, são:

- a) Gerais de Operação (PO-G);
- b) Específicos para os Sistemas (PO-S);
- c) Operações Anormais (PO-A);
- d) Operações de Emergência (PO-E);
- e) Operações de Emergências Subsequentes (PO-ES);
- f) Operações de Emergência Contingencial (PO-ECA);
- g) Guias de Mitigação de Eventos Externos além das Bases de Projeto - Alternativa de Implementação Imediata (PO-F);
- h) Guia de Acidente Severo - Ajudas Computacionais (GAS-AC);
- i) Guia de Acidente Severo - Desafios Severos (GAS-DS);
- j) Guia de Acidente Severo - Gerenciamento de Acidentes (GAS-GA);
- k) Guia de Acidente Severo - Sala de Controle (GAS-SC);
- l) Guia de Acidente Severo - Saída dos Guias (GAS-SG);

- m) Árvore de Diagnóstico (D);
- n) Árvore de Estado de Desafios Severos (S);
- o) Funções Críticas de Segurança - Árvores de Estado (F);
- p) Funções Críticas de Segurança - Restauradores de Funções – (RF); e
- q) Livro de Alarmes (ALB).

Para o controle de projetos, o PGQ estabelece que inclusões de novos sistemas ou alteração de projetos são avaliadas pelas diversas UOs e pela Comissão de Revisão de Operação da Usina (CROU) para posterior aprovação do Chefe da Usina. Essa análise consiste em verificar as consequências técnicas dessas modificações com relação aos aspectos de proteção radiológica, acessibilidade para inspeções em serviço, manutenção e impacto nos procedimentos da Usina. Todas as modificações realizadas em projetos são transmitidas a todo o pessoal envolvido de alguma forma nessas atividades. Caso ocorra uma alteração técnica de projeto, ela deverá ser encaminhada à CNEN após aprovação do Comitê de Análise da Operação Nuclear (CAON).

Os principais procedimentos de Controles de Projetos previstos são:

- a) Modificação de Projeto da Usina (PA-GE 13);
- b) Critérios para Execução de uma Avaliação Técnica (PA-TE 01);
- c) Procedimento para Montagem e Processamento da Documentação de Modificação de Projeto (PA-TE 03);
- d) Alterações de *Setpoint* e de Ranges de Instrumentos (PA-TG 12);
- e) Processo de Solicitação de Modificação Temporária (PA-TG 13);
- f) Comissionamento de Sistema e Equipamentos (PA-TG 14);
- g) Categorização de Modificações de Projeto (PA-TG 28);
- h) Avaliação de Propostas de Solicitações de Modificações Permanentes (PA-TG 39); e
- i) Procedimentos do Volume VII (PM-P XX).

No controle de aquisições estabelecido no PGQ, é importante mencionar que os documentos de aquisição de itens e serviços devem incluir cláusulas que possibilitem o acesso às instalações e registros do fornecedor para fins de inspeção e auditoria. É necessário que o

fornecedor submeta instruções, procedimentos, especificações, registros de inspeção, testes, e outros registros de garantia da qualidade para análise da Usina. É importante a execução de exame no momento da entrega para verificação da conformidade da aquisição.

A Usina utiliza os seguintes procedimentos para controle de aquisições:

- a) Materiais - Critérios Gerais (PA-GE 75); e
- b) Definição de Critérios de Garantia da Qualidade na Emissão de REQ's no SAP/R3 (PC-AG-GQ-005).

Dentro do controle de Aquisições, um ponto a ser abordado é a Avaliação e Seleção de Fornecedores. Para ser fornecedor, este deve ter sua capacidade avaliada em fornecer itens e serviços de acordo com critérios que incluem:

- a) O uso de dados históricos de desempenho em atividades de aquisições similares;
- b) O uso de documentos quantitativos e qualitativos que comprovem a qualidade do fornecedor;
- c) Avaliação da capacidade técnica e do Sistema de Garantia da Qualidade do fornecedor; e
- d) Avaliação de produtos por amostragem.

Alguns itens que afetem diretamente a segurança na operação, necessitam ser fabricados sob um programa de garantia da qualidade do fabricante. Devido a pouca demanda, pode haver uma certa dificuldade na aquisição desses itens, chamados classe nuclear. Desta forma, na falta de itens dedicados, a Usina pode realizar o processo de dedicação, ou seja, realizar o processo em que se comprove que um item classe comercial tem a qualidade suficiente para ser usado em uma aplicação nuclear. O processo de dedicação de itens de Angra I seguem os requisitos da 10 CFR21 da NRC.

Os procedimentos adotados na Usina para Controle de Aquisição e Dedicação de itens são:

- a) Qualificação de Fornecedores (PC-AG-GQ-008);
- b) Elaboração de Plano da Qualidade e de Sistema de GQ por Fornecedores (PC-AG-GQ-009);
- c) Atuação do Especialista Técnico na Qualificação de Fornecedores (PC-AG-GQ-012).

- d) Avaliação de Fornecedores através do NUPIC (PE-AG-GQ-003); e
- e) Dedicção de item Grau Comercial Destinado ao Uso em Itens Importantes à Segurança Nuclear da Usina de Angra (PA-TG 30).

No Controle de Materiais, os Procedimentos adotados garantem que materiais, peças e componentes, sejam controlados e identificados durante a armazenagem, instalação e uso. Medidas de manuseio também são adotadas, incluindo limpeza, preservação e medidas especiais voltadas para equipamentos sensíveis, críticos e deterioráveis.

Os procedimentos para o manuseio do Elemento Combustível (EC) seguem os requisitos da norma CNEN 1.27 e CNEN 5.02. Nesse contexto, o PGQ estabelece:

- a) Procedimento para assegurar o devido manuseio e acondicionamento nos recipientes de transporte dos EC;
- b) Projeto adequado para equipamentos de içamento e manipuladores dos EC;
- c) Procedimento para qualificar operadores desses equipamentos de manipulação dos EC; e
- d) Procedimentos de manuseio e armazenagem que incluam requisitos necessários para evitar criticalidade acidental.

Os procedimentos mais importantes adotados na Usina na questão do Controle de Materiais, são:

- a) Materiais - Critérios Gerais (PA-GE 75);
- b) Instrução de Uso e controle de materiais combustíveis em armazenamento temporário (PA-GE 58);
- c) Controle do Uso de Produtos Químicos nas Usinas da CNAEA (PA-GE 80); e
- d) Plano de Contingência – Emergência com Produtos Químicos – Vazamentos / Derramamentos (PA-GE 63)

No que concerne o Controle de Processos, o PGQ prevê controle das atividades de soldagem, tratamento térmico, proteção contra corrosão, ensaios não destrutivos e análise química executados por pessoal, equipamentos e procedimentos qualificados.

Os principais procedimentos utilizados no controle de Processos são:

- a) Qualificação e Certificação de pessoal em Ensaios não Destrutivos (PA-TG 23);

- b) Qualificação de Soldadores (PA-ME 05);
- c) Qualificação dos procedimentos de soldagem (PA-ME 07);
- d) Controle de materiais de solda (PA-ME 08);
- e) Sistemática para efetuar soldas em componentes nucleares (PA-ME 09);
- f) Procedimento Executivo dos Serviços de Pintura (PC-M 01); e
- g) Qualificação de pintores (PA-ME 06).

No tocante ao Controle de Inspeção e Testes, o PGQ estabelece programas de manutenção, de testes, de exames, de ensaios e de inspeções de itens com base em requisitos técnicos, normas da CNEN, e normas e códigos internacionais cancelados pela CNEN.

Todas essas atividades visam assegurar que itens importantes à segurança permaneçam em conformidade com os requisitos de projeto e fabricação.

Dentro do Manual de Operações da Usina (MOU), há vários procedimentos adotados para o Controle de Inspeção e Teste, a seguir:

- a) Inspeção em serviço e testes periódicos - critérios gerais (PA-GE 10);
- b) Química e Radioquímica (PQ-L);
- c) Manuseio do Combustível Nuclear (PC-M);
- d) Instrumentação e Controle (PM-I);
- e) Manutenção Mecânica/Elétrica (Siglas PM-M, PM-E, PM-V, PM-P, EP-S e PN-M); e
- f) Inspeção e Testes (PI-X para testes exigidos pelas Especificações Técnicas e PX-T para testes não exigidos pelas Especificações Técnicas).

Os procedimentos de manutenção seguem os requisitos especificados pela norma CNEN-NE-1.21, a seguir:

- a) Todos os procedimentos administrativos gerais PA-MG e PA-ME (Volume I do MOU);
- b) Instrumentação e Controle (PM-I); e
- c) Manutenção Mecânica/Elétrica (PM-M, PM-E, PM-V, PM-P, EP-S e PN-M do Volume VII do MOU).

O programa de monitoração da eficácia da manutenção foi elaborado com base nas normas 10CFR 50.65 - *Requirements for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants*, *Regulatory Guide 1.160 - Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants* e NUMARC 93-01 - *Industry Guideline for Monitoring the effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants*. Os procedimentos utilizados na Usina são:

- a) Programa de Monitoração da Eficácia da Manutenção (PA-MG 25);
- b) Resultado da Seleção de ESC no Escopo do Programa de Monitoração da Eficácia da (PA-MG 39);
- c) Determinação da Significação para o Risco dos ESCs no Escopo do Programa de Monitoração da Eficácia da Manutenção (PA-MG 40).

O programa de inspeção e testes em serviço de componentes mecânicos é baseado no código 10CFR50.55a da NRC. São utilizados os padrões ASME seção XI edição 2007 adendo 2008 e ASME OM edição 2004 adendos 2005 e 2006, cujo uso foi aprovado previamente pela CNEN.

Ainda no Controle de Inspeção e testes, o PGQ menciona que a ETN possui dois laboratórios acreditados pelo INMETRO, o Laboratório de Calibração de Monitores de Radiação (LCMR) e SMIR-ETN, de acordo com os requisitos da norma ISO 17025.

A calibração é outra atividade fundamental que possibilita várias atividades dentro da Usina. Nesse contexto, o PGQ estabelece procedimentos que asseguram que ferramentas, aparelhos de medição, aparelhos de inspeção e outros equipamentos sejam calibrados e ajustados em intervalos de tempo definidos. São estabelecidos também procedimentos para garantir a correta armazenagem, manuseio e o uso correto.

A Usina possui os seguintes documentos para controle de calibração:

- a) Controle de Instrumentos de Medição e Testes de Angra I (PA-MG 03);
- b) Procedimentos de calibração (PM-I) e Procedimentos para atender às Especificações Técnicas (PI-I); e
- c) Lista de Set Point & Range e Precauções, Limitações e Pontos de Ajuste (PLS, do inglês *Pracaution, Limits and Setpoints*).

A respeito de Controle de itens não conformes e ações corretivas, procedimentos são estabelecidos a fim de evitar o uso desses itens que não garantem a segurança e qualidade na operação. Os procedimentos visam evitar o uso dos itens não conformes por meio de marcas, etiquetas e/ou segregação física. As condições adversas à qualidade são identificadas e tratadas por meio de ações corretivas. Tanto as condições adversas como as ações corretivas tomadas são documentadas e relatadas aos níveis apropriados de gerência.

Os principais procedimentos adotados pela Usina para controle de itens não conformes e ações corretivas são:

- a) Solicitação e execução de serviços (PA-GE 16);
- b) Relatório de Operação da Usina (PA-GE 05);
- c) Inspeção em serviço e testes periódicos - critérios gerais (PA-GE 10);
- d) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 1 - Sistemática De Relatório De Evento Nível 1 (PA-GE 50.01);
- e) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 2 - Sistemática De Relatório De Evento Nível 2 (PA-GE 50.02);
- f) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 1 - Metodologia De Relatório De Evento Nível 1 (PA-GE 55.01);
- g) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 2 - Metodologia De Relatório De Evento Nível 2 e 3 (PA-GE 55.02);
- h) Sistemática de Emissão e Acompanhamento dos Relatórios do Programa de Monitoração da Eficácia da Manutenção – Regra de Manutenção (PA-MG 36);
- i) Esclarecimento técnico para a Operação (PA-TG 29);
- j) Solicitação de Informação Técnica (PC-AG-AG-009);
- k) Tratamento de não Conformidades e Ações Corretivas em Monitorações e Auditorias da Qualidade (PC-AG-GQ-011); e
- l) Classificação de Pendências (PC-AG-SN-003).

A ETN possui um sistema de acompanhamento das pendências – SGP (Sistema de Gerenciamento de Pendências). O procedimento corporativo PC-AG-SN-003 rege este sistema. As pendências que podem ser acompanhadas por este banco de dados, assim como as ações corretivas propostas para essas pendências, em tempo real.

No que concerne os Registros da Garantia da Qualidade, os procedimentos do PGQ estabelecem a forma como registros são identificados, coletados, indexados, arquivados etc. para que sejam prontamente recuperados caso haja necessidade.

O procedimento estabelecido pela Usina para o controle de Registros é o Arquivo de Registros da Usina (PA-GE 57). Há também procedimentos de elaboração de relatórios que são utilizados como fonte de informação. Alguns desses relatórios de uso da Usina são:

- a) Relatório de Operação da Usina (PA-GE 05);
- b) Inspeção em serviço e testes periódicos - critérios gerais (PA-GE 10);
- c) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 1 - Sistemática De Relatório De Evento Nível 1 (PA-GE 50.01);
- d) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 2 - Sistemática De Relatório De Evento Nível 2 (PA-GE 50.02);
- e) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 1 - Metodologia De Relatório De Evento Nível 1 (PA-GE 55.01);
- f) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 2 - Metodologia De Relatório De Evento Nível 2 e 3 (PA-GE 55.02);
- g) Sistemática de Emissão e Acompanhamento dos Relatórios do Programa de Monitoração da Eficácia da Manutenção – Regra de Manutenção (PA-MG 36);
- h) Formatação de relatórios para envio à WANO¹⁷ (PA-GE 74);
- i) Diretrizes Gerais para uma Parada Programada da Usina (PA-GE 49); e
- j) Revisão do Relatório Final de Análise de Segurança (PC-AG-LI-001).

Quanto à auditoria, a ETN possui um programa Bianual de Auditorias Internas, cujo programação é disponível na INTRANET da empresa. São executadas também auditorias externas com o intuito de qualificar fornecedores para que se adequem aos requisitos de qualidade exigidos. Em alguns casos, é necessário a realização de auditorias não programadas, chamadas de Monitoração da Qualidade. Elas ocorrem quando:

- a) For necessária uma avaliação da eficácia do SGQ;

¹⁷Do inglês, *World Association Nuclear Operators*.

- b) For preciso determinar a adequação do SGQ do fornecedor antes da assinatura de um contrato de fornecimento de item ou serviço;
- c) Após a celebração de um contrato, quando houver decorrido tempo suficiente para a implementação do SGQ e for apropriado determinar se a organização está desempenhando adequadamente suas funções de acordo com o prescrito no PGQ.
- d) Forem efetuadas alterações importantes em áreas funcionais da Organização;
- e) Houver a suspeita de que a qualidade de um item ou um serviço tenha sido comprometida, devido a uma possível deficiência nos requisitos ou na implementação do SGQ; e
- f) For necessário verificar a implementação de ações corretivas adotadas pela empresa de uma não conformidade encontrada anteriormente.

Os principais procedimentos executados pela Usina são:

- a) Elaboração de Programas de Garantia da Qualidade (PC-AG-GQ-004);
- b) Tratamento de Não-Conformidades e Ações Corretivas em Monitorações e Auditorias da Qualidade (PC-AG-GQ-011);
- c) Condução de Monitorações da Qualidade (PC-AG-GQ-015);
- d) Auditorias Externas da Qualidade (PC-AG-GQ-017);
- e) Auditorias Internas da Qualidade (PC-AG-GQ-018);
- f) Qualificação de Fornecedores (PC-AG-GQ-008);
- g) Elaboração de Plano da Qualidade e de Sistema de GQ por Fornecedores (PC-AG-GQ-009);
- h) Avaliação de Fornecedores através do NUPIC (PE-AG-GQ-003); e
- i) Atuação do Especialista Técnico na Qualificação de Fornecedores (PC-AG-GQ-012).

Quanto à Conservação preventiva e a segurança industrial, o PGQ prevê atividades e medidas de controle aplicadas sobre as atividades destinadas a evitar condições adversas à qualidade de itens importantes à segurança. Essas atividades abrangem: Proteção contra incêndio, limpeza, arrumação, acesso controlado das áreas de importância e preservação de itens contidos, instalados ou armazenados em áreas de importância.

Adicionalmente, esse tópico prevê a Segurança industrial da Usina, ou seja, a implementação de programas de segurança para reduzir, minimizar ou eliminar lesões, doenças e outros efeitos prejudiciais aos trabalhadores da instalação.

Os principais procedimentos de conservação preventiva e segurança industrial são:

- a) Segurança e Higiene Industrial da Usina - Critérios Gerais (PA-GE 09);
- b) Programa de Inspeção da Usina pelos Gerentes (PA-GE 46);
- c) Acesso de Pessoal ao Edifício do Reator – ERE com Integridade da Contenção Estabelecida (PA-GE 67);
- d) Sistemática para Exclusão de Materiais Estranhos em Angra 1 (PA-GE 81);
- e) Utilização de Bloqueios de Segurança (PA-GE 82); e
- f) Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados (PA-GE 87).

Quanto ao Gerenciamento de paradas para o recarregamento e manutenções, o PGQ estabelece procedimentos para que sejam cumpridos os programas de paradas, programadas ou não programadas, e as metas estabelecidas para todas as atividades a serem executadas. Os princípios que norteiam as paradas de manutenção são:

- I. Segurança nuclear que é suportada por uma boa cultura de segurança;
- II. Políticas de gerenciamento para melhoria contínua;
- III. Otimização dos programas de manutenção e inspeção;
- IV. Controle de configuração e modificação de projetos;
- V. Monitoração e acompanhamento da preparação e execução do programa de parada;
- VI. Política do pessoal da planta para suportar o desenvolvimento efetivo da parada;
e
- VII. Fatores econômicos.

Os procedimentos adotados na usina no tocante ao Gerenciamento de Paradas são:

- a) Solicitação e Execução de Serviços – Sistemática (PA-GE 16);
- b) Diretrizes Gerais para uma Parada Programada da Usina (PA-GE 49); e
- c) Plano de Segurança em Paradas de Angra I (PA-GE 51);

No quesito Gerenciamento do Núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos Combustíveis, o PGQ prevê procedimentos e especificações que definem:

- I. as atividades de aquisição, carregamento, utilização, descarregamento, armazenagem e testes dos elementos combustíveis e dos componentes do núcleo do reator;
- II. a realização, durante o ciclo, de monitorações periódicas dos parâmetros nucleares e termohidráulicos;
- III. o estabelecimento de um programa para prever, evitar, detectar e minimizar falhas em elementos combustíveis, determinando critérios e ações para lidar com estas falhas.

Os procedimentos utilizados pela Usina para este fim, são:

- a) Programa de Monitoração da Integridade do Combustível Nuclear (PA-GE 53);
- b) Procedimentos de Reator e Performance – (PP-R, Volume IV do MOU); e
- c) Procedimentos de Manuseio do Combustível Nuclear – (PC-M, Volume V do MOU).

Quanto à Radioproteção, o PGQ prevê um plano de Radioproteção que visa assegurar que todas as atividades em que se tenha alguma exposição à radiação sejam planejadas, supervisionadas e executadas para manter essas exposições tão baixas quanto razoavelmente possível. O plano de radioproteção envolve os seguintes tópicos:

- a) acompanhamento e registro das doses individuais dos trabalhadores ocupacionalmente expostos;
- b) manutenção de instrumentos e equipamentos para monitoração e proteção pessoal;
- c) mapeamento, sinalização e monitoração de áreas quanto aos níveis de radiação;
- d) aspectos de radioproteção nos diversos procedimentos de manutenção e operação;
- e) monitoração do meio ambiente;
- f) monitoração e descontaminação de pessoal, equipamentos e estruturas;
- g) transporte de materiais radioativos;
- h) programa de treinamento dos trabalhadores; e

- i) controle médico dos trabalhadores;

São aplicados na Usina os seguintes procedimentos:

- a) Programa de Proteção Radiológica (PA-GE 08);
- b) Procedimentos Gerais de Radioproteção (PA-RG, Volume I do MOU);
- c) Procedimentos Específicos de Radioproteção (PA-PR, Volume I do MOU); e
- d) Procedimentos Específicos de Radioproteção (PR-O, Volume VIII do MOU).

Quanto ao Gerenciamento de Efluentes, o PGQ estabelece procedimentos para o tratamento, acondicionamento, armazenamento inicial, o transporte, a deposição provisória de rejeitos e a monitoração externa. Estão inclusos nesses procedimentos, medidas para minimizar e controlar a geração de rejeitos radioativos e a liberação de efluentes. Os procedimentos utilizados são:

- a) Programa de monitoração ambiental radiológico operacional do depósito inicial de rejeitos sólidos de baixa e média atividades da CNAAA (PA-AG 11);
- b) Transporte de material radioativo contaminado ou combustível nuclear (PA-RG 11);
- c) Liberação de efluentes radioativos e não radioativos da usina (PA-RG 14); e
- d) Controle de Estocagem de materiais contaminados em áreas controladas (PA-RG 17).

Quanto à Preparação de Emergência, o PGQ estabelece o Plano de Emergência Local (PEL) e outros procedimentos que incluem ações a serem tomadas em casos de liberações descontroladas de material radioativo, situações de emergências resultante de manuseio ou armazenamento de elementos combustíveis etc. Cabe ressaltar que periodicamente o pessoal da Usina participa de exercícios simulados para testar o atendimento às situações de emergências, conforme o PEL.

Os procedimentos utilizados pela Usina são:

- a) Plano de Emergência local – filosofia e critérios gerais (PA-GE 07);
- b) Procedimentos Administrativos (PE-A, Volume XIV do MOU);
- c) Evento não usual (PE-N, Volume XIV do MOU);
- d) Condição de Alerta (PE-O, Volume XIV do MOU);

- e) Emergência de Área (PE-R, Volume XIV do MOU);
- f) Emergência Geral (PE-G, Volume XIV do MOU); e
- g) Limites de Doses para Emergência (PE-D, Volume XIV do MOU).

Quanto à Proteção Física, o PGQ estabelece um Plano de Proteção Física para a Usina. Os seguintes procedimentos são utilizados nessa temática:

- a) Proteção Física da Usina - Critério Geral da Organização do Volume XIII (PA-GE 06, Volume I do MOU);
- b) Administrativos (PF-A, Volume XIII do MOU);
- c) Normas de Segurança (PF-S, Volume XIII do MOU);
- d) Emergências (PF-E, Volume XIII do MOU); e
- e) Proteção Física Integrada (PF-I, Volume XIII do MOU).

Quanto à Proteção contra Incêndio, o PGQ o Plano de Proteção Contra Incêndio. Os procedimentos utilizados pelo plano são:

- a) Proteção Contra Incêndio na Usina – Critério Geral e Organização do Volume XVI (PA-GE 32);
- b) Procedimentos Administrativos do Sistema de Proteção Contra Incêndio (PPI-A, Volume XVI do MOU);
- c) Procedimentos de Combate a Incêndio (PPI-C, Volume XVI do MOU);
- d) Procedimentos de Detecção, Alarme e Combate a Incêndio (PPI-S, Volume XVI do MOU); e
- e) Análise de Riscos de Incêndio para as Áreas (PPI-R, Volume XVI do MOU).

Quanto à Análise da Operação e da Experiência operacional, o PGQ estabelece análises que diz respeito à operação da Usina, com o objetivo de assegurar que:

- I. Exista uma conscientização do pessoal quanto à Segurança;
- II. Medidas sejam estabelecidas para aumentar a segurança da Usina;
- III. Toda a documentação seja constantemente atualizada; e
- IV. Não exista evidência de confiança excessiva ou de complacência.

Convém evidenciar que a Usina mantém canais de comunicação com os projetistas, fabricantes e outras usinas visando: realimentação da experiência operacional, obtenção de atualização das modificações, e aconselhamento em caso de falhas de equipamento ou de eventos anormais.

Os procedimentos utilizados com relação a experiência operacional são:

- a) Relatórios de Operação da Usina (PA-GE 05);
- b) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 1 - Sistemática De Relatório De Evento Nível 1 (PA-GE 050.01);
- c) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 2 - Sistemática De Relatório De Evento Nível 2 (PA-GE -050.02);
- d) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 1 - Metodologia De Relatório De Evento Nível 1 (PA-GE 055.01);
- e) Experiência Operacional Interna (EOI) - Parte 2 - Metodologia De Relatório De Evento Nível 2 e 3 (PA-GE -055.02);
- f) Sistemática de Gerenciamento de Pequenos Eventos e Quase Eventos (PA-GE 66); e
- g) Experiência Operacional Externa – Sistemática (PA-GE 70).

Quando ao Gerenciamento do Risco, o PGQ estabelece um modelo para gerenciamento de risco baseado em Análise Probabilística de Segurança (APS). São estabelecidos as bases e os critérios para uma consideração ponderada da tolerabilidade dos riscos, nas diversas configurações operacionais da planta nuclear. A gestão de riscos tem como meta a monitoração e o controle de configurações operacionais que impliquem em riscos para a instalação, os funcionários e o público geral.

Os procedimentos utilizados para a gestão de riscos são:

- a) Gestão de Risco de atividades de manutenção para Angra 1 em potência (PA-GE 65);
- b) Plano de Segurança em Paradas de Angra 1 (PA-GE 51);
- c) Manutenção e Atualização da APS de Angra 1 (PC-A1-SN-001);
- d) Plano da Qualidade para Análise Probabilística de Segurança (PC-AG-SN-001);

- e) Plano de Utilização da Análise Probabilística de Segurança de Angra 1 (PE-A1-SN-001);
- f) Aplicação dos Modelos de APS para Gestão de Risco (PE-AG-SN-001);
- g) Plano de Treinamento e Qualificação Técnica em APS da Divisão de Segurança Nuclear (PE-AG-SN-002).

Quando à Reavaliação periódica, o órgão licenciador estabelece que a cada 10 anos, durante a fase de operação da usina, a instalação precisa fazer uma Reavaliação Periódica de Segurança (RPS).

O RPS de Angra I visa reavaliar:

- I. As evoluções de normas e padrões de segurança;
- II. Práticas operacionais;
- III. Os efeitos cumulativos de envelhecimento de estruturas, sistemas e componentes (ESC);
- IV. Modificações de projeto;
- V. Análise da experiência operacionais; e
- VI. Desenvolvimento aplicáveis de novas tecnologias.

Diante disso, o PGQ estabelece atividades de: Preparação para o projeto RPS, realização de análises de fatores de segurança, e análise dos resultados e preparação de melhorias de segurança.

Quanto à extensão de vida útil da Usina (LTO), cabe mencionar que pela Lei da Energia Atômica e os regulamentos da NRC, as licenças de operação para reatores comerciais são válidas por um período de 40 anos. Entretanto, as mesmas leis admitem que a extensão da vida útil da usina é possível, desde que satisfeito alguns critérios. Nesse contexto, por intermédio de análises, testes, gestão de envelhecimento, upgrade de sistemas e inspeções aumentadas, pode-se obter junto ao órgão licenciador uma renovação da licença de operação.

O PGQ da Usina estabelece dentro do MOU, os procedimentos PA-LG e PA-LE relacionados com a extensão de vida útil da Usina de Angra I.

4.5.7 Organização do Manual de Operação da Usina – Critérios para elaboração de procedimentos (PA-GE 01)

O procedimento administrativo Organização do Manual de Operação da Usina – Critérios para elaboração de procedimentos (PA-GE 01), define critérios gerais para preparação, análise, aprovação, distribuição e controle de revisões, bem como reativação, cancelamento, modificação, inclusão e formas de alterações em procedimentos definitivos e regras para ao uso de procedimentos temporários.

Além disso, o documento estabelece para o Manual de Operações da Usina (MOU) as diretrizes a serem cumpridas para assegurar a operação segura e confiável da planta nuclear de Angra I e a política administrativa da ETN. Sua aplicabilidade é direcionada a todos os empregados da Usina e outras pessoas que venham a executar trabalhos, como por exemplo empresas terceirizadas, sob a responsabilidade da Superintendência de Angra I.

O documento estabelece as responsabilidades específicas de: Superintendentes, Chefes de UO, Comissão de Revisão da Operação da Usina (CROU), Departamento da Qualidade na Operação, Secretaria da área do Manual de Operações da Usina, Supervisores, Empregados da Usina, Funcionários do núcleo Técnico do Grupo de Projeto de Extensão de Vida Útil de Angra I, Engenheiro Líder do Projeto do Núcleo Técnico do Projeto de Extensão de Vida Útil de Angra I e da Segurança industrial.

É importante destacar também que o PA-GE 01 define toda a organização do MOU em 14 volumes. Cada volume do MOU possui seus respectivos procedimentos, como pode ser visto no Quadro 16 abaixo:

Quadro 16 - Manual de Operação da Usina.

Volume	Procedimentos		Área Responsável
I	Administrativos Gerais (PA-GE)		Chefe da Usina
	Administrativos Gerais	Administrativos Específicos	-
	PA-OG	PA-OP	Departamento de Operação
	PA-QG	PA-QR	Departamento de Química
	PA-RG	PA-PR	Departamento de Proteção Radiológica
	PA-TG	PA-TE	Desempenho de Sistemas e Reator
	PA-MG	PA-ME	Departamento de Manutenção
	PA-NG	PA-SN	Segurança Nuclear
	PA-AG	PA-MA	Monitoração Ambiental

	PA-LG	PA-LE	Extensão de Vida Útil de Angra I
	PA-PG	---	Departamento de Controle de Trabalho
	---	PA-RP	Reator e Performance
II	Operação		Departamento de Operação de Angra I
III	Química e Radioquímica		Departamento de Química
IV	Reator e Performance		Departamento de Desempenho de Sistemas e de Reator de Angra I
V	Manuseio de Combustível Nuclear		Departamento de Desempenho de Sistemas e de Reator de Angra I
VI	Instrumentação e Controle		Departamento de Manutenção de Angra I
VII	Manutenção Mecânica e Elétrica		Departamento de: Manutenção de Angra I, Gestão de Manutenção e Confiabilidade, Condição Material e Facilidades, Desempenho de Sistemas e Reator e Controle do Trabalho
VIII	Proteção Radiológica		Departamento de Proteção Radiológica
X	Inspeção e Testes periódicos		Departamento de: Operação, Manutenção de Angra I, Gestão de Manutenção e Confiabilidade, Desempenho de Sistemas e Reator, Química e Proteção Radiológica
XII	Treinamento e Retreinamento		Departamento de Treinamento
XIII	Proteção Física		Divisão de Segurança Empresarial
XIV	Emergência		Superintendência de Coordenação da Operação e Chefia da Usina
XVI	Plano de Proteção Contra Incêndio		Chefia da Usina
XVII	Monitoração Ambiental		Divisão de Análise Radiológica e Ambiental

Fonte: PA-GE 01 Manual de Operações da Usina de Angra I.

O volume I estabelece as diretrizes principais sobre os métodos de trabalhos adotados na Usina de Angra I. Pode-se observar, no Quadro 16, como está subdividido o MOU:

- Procedimentos Gerais (PA-GE);
- Procedimentos Administrativos Gerais das Unidades Organizacionais (PA-XG);
- Procedimentos Administrativos Específicos (PA-XY).

Os procedimentos gerais (PA-GE) tratam de assuntos importantes para todo o quadro de funcionários, independente da área e da formação.

Os procedimentos Administrativos Gerais das Unidades Organizacionais tratam de assuntos vinculados às atribuições e responsabilidades de uma UO e que possuem interface com outras UO da Usina. O pessoal das UOs envolvidas no assunto tem a obrigatoriedade de conhecer esse tipo de procedimento.

De maneira semelhante, os Procedimentos Administrativos Específicos tratam de assuntos que dizem respeito apenas a cada UO. Apenas o pessoal da área responsável, dentro de uma determinada UO, tem a obrigatoriedade de conhecer esse tipo de procedimento.

Os demais 13 volumes do MOU podem ser resumidos da seguinte maneira:

- a) Volume I – Procedimentos Gerais de conhecimento de todos da Usina;
- b) Volume II – Procedimentos de Operação: Contém os procedimentos referentes às manobras operacionais e alarmes da sala de controle;
- c) Volume III – Procedimentos de Química e Radioquímica (PQ-L): Contém procedimentos técnicos que descrevem métodos de amostragem, técnicas de análises laboratoriais, controle de parâmetros químicos e radioquímicos dos Sistemas da Usina;
- d) Volume IV – Procedimentos do Reator e Performance (PP-R): Contém procedimentos técnicos de supervisão e acompanhamento da performance dos ciclos térmicos da Usina;
- e) Volume V – Procedimentos de Manuseio do combustível Nuclear (PM-C): Contém procedimentos técnicos para manobras, manuseios, inspeção e armazenamento do combustível nuclear;
- f) Volume VI – Procedimentos de Instrumentação e Controle (PM-I): Contém procedimentos para manutenção preventiva e corretiva de instrumentos;
- g) Volume VII – Procedimentos de manutenção mecânica/elétrica: Contém procedimentos para a execução de manutenção preventiva e corretiva de equipamentos mecânicos e elétricos e modificações de projeto. Esses procedimentos de manutenção podem ser divididos em: Procedimentos de Condição Material e Facilidades (PM-C), Procedimento de Manutenção Elétrica (PM-E), Procedimento de Manutenção Mecânica (PM-M), Procedimento de Implementação e Modificação de Projetos (PM-P), Procedimento de Reparo após

Inspeção (PM-V), Procedimento de Ensaio Não Destrutivos de Manutenção (PN-M) e Procedimentos de Solda (EP-S);

- h) Volume VIII – Procedimentos de proteção Radiológica: Contém procedimentos técnicos voltados à Proteção Radiológica;
- i) Volume X – Procedimentos de Inspeção e Testes Periódicos: Contém procedimentos de inspeções e testes periódicos necessários à verificação do desempenho de equipamentos e sistemas;
- j) Volume XII – Procedimentos de Treinamento, Qualificação e Retreinamento: Contém programas específicos para treinamento, retreinamento e qualificação de funcionários da Usina;
- k) Volume XIII – Procedimentos de Proteção Física: Contém procedimentos relativos à proteção física, normas de segurança, emergência etc.;
- l) Volume XIV – Procedimentos de Emergência: Contém procedimentos referentes ao Plano de Emergência Local (PEL) da ETN, cujo objetivo principal é proteger a saúde e a segurança de seus empregados e pessoas presentes na Usina e o público em geral contra acidentes radiológicos. Esses procedimentos estão divididos em Administrativos, Evento não Usual, Condição de Alerta, Emergência de Área, Emergência Geral, Limites de Doses para Emergência e Química;
- m) Volume XVI – Procedimentos de Proteção Contra Incêndio: Contém os procedimentos que estabelecem o Plano de Proteção Contra Incêndios (PPI);
- n) Volume XVII – Procedimentos de Monitoração Ambiental: Contém procedimentos utilizados pela Divisão de Análise Radiológica e Ambiental, comuns às Usinas de Angra I e II.

Ainda, segundo o documento, todos os procedimentos devem ser suficientemente detalhados para que uma pessoa habilitada possa realizar a atividade de forma correta e sem supervisão. O conteúdo de cada documento irá variar de acordo com o assunto abordado. No PA-GE 01 consta o conteúdo obrigatório que alguns tipos de procedimentos devem ter. A fim de satisfazer certas exigências de códigos e normas, todos os procedimentos do MOU são classificados como classe “S”, ou classe “Q”, ou procedimentos classe N/A. Os procedimentos classe “S” são documentos que tratam de equipamentos ou componentes de classe de segurança nuclear. Os procedimentos classe “Q” são documentos que envolvem aspectos relacionados à

operabilidade e confiabilidade da Usina. Os procedimentos classe “N/A” são documentos que não pertencem as duas classificações anteriores.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA CARACTERIZAÇÃO DA BASE NAVAL

O trabalho de Talarico (2015) e Talarico e Frutuoso (2015) foram importantes para conhecer os elementos constituintes de uma Base Naval para que ela seja capaz de atender todas as demandas do submarino convencional com propulsão nuclear. Diante disso, foi possível elaborar a proposta de PGQ utilizando os sistemas citados e descritos por Talarico e Frutuoso (2015) com o PGQ coletado na Usina de Angra I. Ao todo, eles elencam 19 sistemas que foram incluídos dentro do corpo do texto da proposta, de acordo com a função que cada um desempenha, relacionado com o requisito existente na proposta. Por exemplo, no requisito 4.20 – Monitoração Ambiental (Apêndice A), inclui-se o papel do Sistema de Descontaminação (SD), do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR) e do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR) dentro do SGQ da BNA. De forma análoga, todos os sistemas mencionados por Talarico e Frutuoso (2015) foram inseridos na proposta de PGQ neste trabalho.

5.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA IDENTIFICAÇÃO DO USO DE PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE

Analisando o tópico 4.3.2 deste trabalho, não foi encontrado nenhum modelo de PGQ para uma Base Naval de Apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear. Dentro desse raciocínio, faz-se interessante esclarecer que diferentemente das Usinas nucleares, todo o conhecimento envolvendo os submarino convencional com propulsão nuclear são sigilosos, inclusive o desenvolvimento e o estabelecimento de organizações de manutenção dos meios navais, como bem nos assegura o entrevistado da academia (Quadro 28).

A pesquisa bibliográfica mostrou os diversos usos da garantia da qualidade dentro da área nuclear, como por exemplo: usina nuclear convencional (BALIZA, 2015), reatores de pesquisa (SERRA, 2014), fabricação de elemento combustível (LAINETTI, LIMA, *et al.*, 1996), produção de radiofármacos (ARAÚJO, LAVINAS, *et al.*, 2008), unidade de armazenamento de rejeitos radioativos (SMITH, 2018) e indústrias fornecedoras do setor nuclear (ALGARTE e QUINTANILHA, 2000) (PFEIFER e NIAGAJ, 2016).

Outro ponto que merece destaque são as normas internacionais utilizadas pelas organizações do setor nuclear. Foi observado a utilização, principalmente, da norma NQA-1 da ASME e as Normas da IAEA.

Pôde-se observar uma forte influência dos códigos americanos da NRC no Brasil. Essa influência vem do fato de que os Estados Unidos, não apenas possuem uma larga experiência na construção e operação de usinas nucleares, mas também porque a primeira Usina nuclear brasileira (Angra I) é um projeto americano já concebido para o uso desses requisitos.

5.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA ABRANGÊNCIA DE PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE

Analisando o item 4.3.3 deste trabalho, a pesquisa mostrou várias abrangências de um PGQ, de acordo com a natureza da atividade. A norma CNEN-NN-1.16 não faz distinção do tipo de instalação nuclear, sendo aplicável em todas as instalações nucleares brasileiras. O que vai diferenciar uma instalação da outra, no tocante a garantia da qualidade, são os requisitos extras adicionados de acordo com a conveniência de cada uma. Para exemplificar, a INB adota um sistema de gestão com os 13 requisitos obrigatórios da CNEN-NN-1.16 mais requisitos das normas NBR ISO 9001:2008, NBR ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:2007. Outras instituições seguem o mesmo princípio do exemplo aqui exposto.

Com base nessa percepção, é possível constatar que no Brasil há um cumprimento obrigatório dos requisitos propostos pela CNEN, mas com a adição de elementos das normas da IAEA, padrões da ISO, da ASME, dos códigos da NRC e boas práticas de fabricação. Isso posto, esse estudo apontou que o uso da Garantia da Qualidade é muito presente no setor nuclear, diferentemente de outros setores da economia, que tendem a utilizar modelos de gestão baseado na ISO 9001.

Essa tendência de adotar requisitos adicionais à garantia da qualidade, explorado por exemplo no trabalho de Kibrit (2008), faz com que as organizações estejam evoluindo seus sistemas de garantia da qualidade para um sistema de gestão integrado, a fim de garantir maiores ganhos para a organização. Essa evolução também pode ser vista no arcabouço normativo da IAEA, que em 1978 adotava um modelo baseado em garantia da qualidade e hoje adota um modelo de gestão integrada (Figura 10).

Parece haver uma necessidade das organizações brasileiras do setor nuclear da implementação inicial de um programa de garantia da qualidade baseado na norma CNEN-NN-1.16e, em seguida, acrescentar os requisitos de gestão ambiental, já que algumas dessas organizações sofrem duplo licenciamento (CNEN e IBAMA). Outro ponto é que os impactos ambientais decorrentes da utilização da energia nuclear podem ser elevados caso as medidas corretas relacionadas com a operação da planta nuclear não sejam respeitadas, o que leva as

instituições a terem programas de monitoramento de efluentes, monitoração de taxa de dose na fauna e flora nas redondezas etc.

Isso posto, seria plausível que o SGQ da BNA, além de satisfazer os requisitos da CNEN-NN-1.16, possua requisitos de, pelo menos, monitoração ambiental (incluindo medição de radioatividade ambiental por meio de coleta de água, de sedimentos, efluentes). A entrevista com a academia (Quadro 27), corrobora com essa linha de pensamento, e acrescenta a necessidade da presença de requisitos de proteção contra incêndio, proteção radiológica e de gestão de riscos.

Outro ponto que merece destaque é que a abrangência do SGQ proposto pela CNEN contempla os 18 requisitos elencados no código 10CFR50 apêndice B (Quadro 11), estando dessa forma alinhado com as práticas americanas. É interessante observar que os 18 requisitos no código 10CFR50 estão presentes nos 13 requisitos da norma CNEN-NN-1.16 (itens 4.1 ao 4.13 da norma). Pode-se afirmar que esse é o conteúdo mínimo para o estabelecimento de um SGQ.

A pesquisa também mostra a importância do estabelecimento de um Programa de Gerenciamento de Envelhecimento (PGE) para uma instalação na fase de operação. O PGE pode ser usado no relatório de periódico de Segurança (RPS), requisito pertencente ao PGQ proposto. A avaliação um PGE abrange: programa de qualificação ambiental, programa de monitoração de estruturas civis, programa de manutenção preventiva, programa de monitoração de corrosão, programa de manutenção preventiva, programa de monitoração de fadiga, programa de monitoração de redução de espessura, Programa de Gerenciamento de Obsolescência (PGO), Programa de componentes mecânicos, programa de componentes de Instrumentação e controle, Programa de componentes Elétricos. Esses programas devem ser internalizados no PGQ da BNA por meio de procedimentos escritos.

Também foi abordado nos Resultados deste trabalho o processo de dedicação, importante na aquisição de itens comerciais para aplicação em instalações nucleares. O processo de dedicação garante a qualidade de itens adquiridos que afetam a segurança da instalação. Desta forma, deve existir no SGQ um procedimento sobre o processo de dedicação de itens na BNA que contemple auditorias externas realizadas nos fornecedores de itens de segurança.

Outro ponto abordado foi sobre a extensão de vida da Usina. A extensão de vida visa desenvolver um conjunto de projetos destinados a demonstrar e garantir a segurança e qualidade da operação da usina por mais 20 anos. No caso de Angra I, tem-se o PGQ de operação e o

PGQ de extensão de vida separados. Em se tratando de uma instalação nova, faz mais sentido na elaboração de um PGQ sem este item. Ao se aproximar do final de vida útil de operação, um outro PGQ focado nas atividades que visam a extensão de vida da BNA deve ser elaborado e submetido ao órgão regulador.

Importante frisar que o PGQ proposto deve abordar a instalação em todas as suas configurações possíveis. A primeira configuração é a BNA sem o submarino convencional com propulsão nuclear. Nessa configuração, os riscos são menores, porém, são altos, já que o combustível usado encontra-se em suas instalações, assim como todo o material usado na manutenção do Meio e outros rejeitos radioativos. Nessa configuração, toda a manutenção é voltada para o estabelecimento das condições ótimas da Base.

A segunda configuração é a BNA com o submarino convencional com propulsão nuclear. Nessa configuração os riscos parecem ser bem maiores devido a presença do reator e a necessidade de manuseio (troca) do seu combustível. Nessa configuração, toda a manutenção é voltada para o estabelecimento das condições ótimas do Meio Naval.

Além disso, durante os serviços no meio naval com propulsão nuclear, a alocação do pessoal da manutenção será máxima, permitindo que outros riscos existentes em outras instalações da BNA, sejam negligenciados.

Por fim, as interfaces entre a organização operadora da BNA e do submarino convencional com propulsão nuclear devem estar bem estabelecidas, pois alterações de projeto podem ocorrer por necessidade de reparo do meio. As autorizações para execução de determinadas atividades devem ser rápidas o suficiente para que os serviços não sejam prejudicados e riscos desnecessários apareçam.

5.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA PESQUISA DOCUMENTAL

A pesquisa documental buscou trazer as normas mais atuais no que tange não apenas garantia da qualidade, mas também outras formas de sistema de gestão com foco no setor nuclear. Observou-se que não há na literatura normas e padrões voltados à Base Naval de Manutenção e Apoio.

A pesquisa documental corrobora com outros autores citados, no tocante ao alinhamento das normas NQA-1 da ASME e CNEN-NN-1.16. A nova edição da NQA-1 está dividida em 4 partes, onde apenas a primeira descreve os requisitos para programa de garantia da qualidade. A 2ª parte possui requisitos adicionais que podem ser utilizados na condução de atividades mais

específicas. A norma ainda conta com orientações, descritas na parte 3 e diretrizes para aplicação e comparações com outros requisitos de qualidade, na parte 4.

A norma da ISO 19943:2018, destinada a organizações da cadeia de suprimentos do setor nuclear, tem como base a ISO 9001:2015. Percebe-se que muitos de seus requisitos estão presentes na norma da CNEN, como por exemplo:

Quadro 17 - Semelhanças entre a norma CNEN-NN-1.16 e ISO 19443:2018.

CNEN	ISO 19943:2018
4.3 Organização	5 Liderança; 5.1 Liderança e comprometimento; 5.2 Política; 5.3 Responsabilidades, Autoridades e Regras Organizacionais;
4.4 Controle de Documentos 4.12 Registros de Qualidade	7.5 Informação Documentada
4.6 Controle de Aquisições	8.2 Requisitos para Produtos e Serviços;
4.8 Controle de Processos	8.4 Controle de Processos, produtos e Serviços providos externamente
4.13 Auditoria	9.2 Auditoria Interna
4.10 Controle de Itens não-conformes; 4.11 Ações Corretivas;	10.2 Não conformidade e ação corretiva

Fonte: elaboração própria.

Quando às normas da IAEA, pode-se afirmar que a entidade conta com um vasto arcabouço de guias (*safety guides*) que podem ser utilizados para as mais diferentes aplicações no setor nuclear. Alguns documentos citados neste trabalho como o NS-G-2.6 - *Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants*, são guias mais práticos e

específicos e outros, como por exemplo o GSR Part 2 trata-se de um conjunto de requisitos a serem seguidos.

A norma da GSR Part 2 da IAEA, principal documento analisado daquela Agência, tem como objetivo fornecer recomendações e orientações visando estabelecer, implementar, avaliar e melhorar continuamente um sistema de gestão que integra elementos de segurança, saúde, meio ambiente, qualidade e economia. Pode-se afirmar que sua utilização é fundamental para instalações que procuram estabelecer sistemas integrados de gestão. Entretanto, vale frisar que os elementos de garantia da qualidade pertencentes na CNEN-NN-1.16 devem ser incluídos. Basicamente o guia menciona o que deve ser adotado pela organização para estabelecer o seu sistema de gestão, porém não detalha como fazê-lo.

Por fim, um item importante da GSR Part 2 é a parte da cultura da segurança e experiência operacional. Esses itens não estão presentes na norma da CNEN-NN-1.16. Pode-se afirmar que a cultura de segurança é um conjunto de atitudes e costumes compartilhados por um grupo de pessoas dentro de uma organização. Ela pode ser entendida como uma componente da defesa em profundidade, abordada no item 1.2 deste trabalho, evitando que erros humanos possam ocorrer durante a operação da instalação.

5.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA PESQUISA DE CAMPO

A decisão de escolher a Usina de Angra se mostrou acertada, devido as diversas semelhanças existentes entre o reator da usina e o reator do submarino convencional com propulsão nuclear. As instituições que possuem reator de pesquisa, como no caso do IPEN e IEN, possuem um reator de baixa potência, tecnologia diferente e a finalidades totalmente diferentes do reator do submarino convencional com propulsão nuclear.

Em que pese as diferenças de potência e outras peculiaridades entre o reator do meio naval e o reator de uma usina convencional, ambos são construídos com a tecnologia PWR (do inglês, *powered water reactor*), o que significa que as manutenções necessárias em ambos são parecidas.

Apesar do reator da usina ser fixo e o reator do submarino convencional com propulsão nuclear está se movendo, as preocupações com as rotinas de manutenção e todas as atividades de garantia da qualidade devem ser as mesmas em comparação a Usina de Angra I (Quadro 25).

Com relação às observações do pesquisador, durante a visita foi possível conhecer o SGQ e conhecer um pouco da rotina do Departamento da Qualidade de Angra I. Percebeu-se que o

SGQ é um sistema complexo, onde tudo o que se faz está escrito em procedimentos. Os procedimentos são controlados, para que nenhuma atividade seja realizada com documentos desatualizados. A cultura de segurança auxilia para que todos esses procedimentos sejam executados exatamente como estão escritos e que nenhum item não conforme seja utilizado em alguma atividade de manutenção.

O planejamento se mostrou a chave para o sucesso e a segurança das operações da Usina. Nesse contexto, foi observado que um planejamento de 11 meses de antecedência é feito para a execução da parada da usina, momento o qual ocorre a troca de combustível e outros serviços de manutenção.

Outro planejamento que é executado é o programa de 8 semanas da manutenção preventiva. As Solicitações de Ordem de trabalho (SOT) são geradas, de preferência, com 70 dias de antecipação, de forma a permitir o lançamento dos serviços no programa de 8 semanas. A SOT é um documento informatizado para a execução do Programa de manutenção preventiva da Usina, modificações de projeto e para notificar defeitos, irregularidades e falhas em ESC. Também tem como objetivo registrar todo o desenvolvimento das manutenções preventivas eletivas e corretivas. As SOT que não sejam do tipo Pequena Manutenção, entram no planejamento de 8 semanas. Esse planejamento é montado de maneira que cada semana se trabalhe em um dos TRENS da Usina de forma alternada. Adicionalmente, há um cuidado de evitar que alguma tarefa que já está programada saia do programa de 8 semanas, assim como evita-se de inserir tarefas além da capacidade da equipe tem de executar um serviço.

Com relação à pesquisa documental realizada no Departamento de Qualidade da Usina de Angra I, foi possível estudar o PGQ corporativo da ETN (item 4.5.5) e o PGQ da fase operação de Angra I (item 4.5.6), além de outros procedimentos necessários para o funcionamento da Usina. O PGQ corporativo da ETN é baseado nas normas NBR ISO 9001:2008 e na CNEN-NN-1.16, e foi abordado em detalhes no Quadro 14. Dentro da hierarquia de documentos da ETN, abaixo do PGQ corporativo estão os PGQ da fase de operação de Angra I e Angra II e o PGQ fase construção de Angra III.

Também consta neste trabalho (item 4.5.7), a análise do procedimento PA-GE 01 Manual de Operação da Usina (MOU). O Manual de Operação da Usina concentra em volumes todos os procedimentos previstos da Usina, indispensáveis para o seu funcionamento. Em outras palavras, não apenas todas as atividades de manutenção estão presentes no MOU, mas todas as outras atividades que acontecem na usina. Todo o MOU está organizado em 14 volumes. Cabe

ressaltar que alguns procedimentos seguidos pela usina de Angra I, são corporativos, ou seja, estão descritos no PGQ da Eletronuclear.

5.6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ENTREVISTAS

Com relação às entrevistas, foram realizadas ao todo 06 entrevistas em 4 áreas distintas, sendo uma direcionada à área da qualidade (Quadro 24), duas direcionada à área da manutenção (Quadro 25), uma direcionada à área do órgão regulador (Quadro 26) e duas direcionada à comunidade acadêmica (Quadro 27 e Quadro 28).

Com relação à entrevista direcionada à área da qualidade, percebe-se que o departamento da qualidade e o SGQ garantem que pessoas com competência irão realizar as atividades certas com as ferramentas e sobressalentes corretos. O departamento de qualidade de qualquer grande empresa é a chave para que erros sejam minimizados ou eliminados. Dentro de um contexto nuclear, certos tipos de erros são inadmissíveis e a instalação, por meio do seu SGQ, cria ferramentas que evitam a ocorrência dessas falhas.

Além disso, a garantia da qualidade é baseada em auditorias, verificações, inspeções e monitoração da qualidade. Muitas dessas atividades são realizadas, não apenas pelo Departamento da Qualidade, mas por cada unidade organizacional, por meio de seus gestores. Cada gestor é responsável pela autoavaliação de sua área, também conhecida como análise crítica da gerência, cabendo ao departamento da qualidade observar se um plano de ação foi criado para resolver as não conformidades encontradas na área.

Outro ponto que merece destaque é a utilização de softwares para auxiliar nas atividades da qualidade e manutenção. O controle de documentos é realizado pelo software SINCRONIA, e as atividades de manutenção e aquisição de sobressalentes é realizado por meio do software de controle da manutenção chamado MAXIMO. Também há um banco de dados, chamado de Sistema de gestão de pendência (SGP), que concentra todas as não conformidades da usina detectadas por todas as auditorias, sejam elas internas ou externas (CNEN ou outro órgão). Dessa forma, fica mais fácil monitorar as não conformidades, seus planos de ação e as ações corretivas.

Com relação à entrevista direcionada à área da manutenção (Quadro 25), percebe-se que o setor da manutenção precisa estar capacitado e treinado para realizar as suas funções com qualidade. Esse treinamento não apenas deve ser de caráter técnico, mas também de gestão, ou seja, direcionados aos procedimentos gerais (PA-GE) da usina.

As equipes estão organizadas em 4 áreas, a saber: mecânica, elétrica, instrumentação e controle e Equipe de reparos Imediatos (ERI). Essas equipes fazem parte do Programa de Manutenção de Angra I, responsáveis pelas manutenções Preditiva, Preventiva e Corretiva.

A Manutenção Preditiva visa acompanhar o equipamento, por meio do monitoramento, por medição ou controle estatístico, na tentativa de prever a próxima ocorrência da falha. A Manutenção Preventiva é dividida em dois tipos: por período e por estado. As atividades de manutenção preventiva por período preveem atividades de inspeção e manutenção de equipamentos baseado em período de tempo ou ciclo definidos. As atividades de manutenção preventiva por estado (Eletiva) são geradas a partir das inspeções periódicas, monitorações preditivas, ronda de operação, de forma a evitar que o defeito se torne uma falha. A Manutenção corretiva é aquela que é realizada após a ocorrência de uma pane em um determinado equipamento.

Todas as atividades realizadas pelos técnicos da manutenção estão descritas em um procedimento do MOU ou um plano de trabalho. Sempre há um roteiro a ser seguido, ou seja, uma indicação do que precisa ser feito.

O ideal é que 100% das manutenções sejam do tipo preventiva. O programa de manutenção preventiva conduzido deve ser capaz de facilitar o controle, planejamento, execução e avaliação das manutenções preventivas realizadas nos equipamentos da Usina, com o intuito de manter o número de manutenções corretivas o mais baixo possível, além de manter um histórico das manutenções realizadas em cada equipamento.

Com relação à entrevista direcionada ao órgão regulador, percebe-se a necessidade de um acompanhamento permanente dos auditores da CNEN dentro da Usina. Os auditores da CNEN participam das reuniões e dos principais eventos da usina, e também fazem suas próprias auditorias nas instalações. Eles também contribuem no sentido de que cada não conformidade encontrada nas auditorias, vão para o SGP. O Inspetor Residente (Quadro 26) cita que no Brasil, as normas da CNEN são soberanas, mas isso não impede a utilização adicional de outras normas internacionais. Algumas normas da IAEA são utilizadas em Angra I, pois há uma parceria entre a CNEN e a IAEA, segundo a entrevista realizada com a Supervisora da Qualidade de Angra I (Quadro 24).

Vale frisar ainda que o órgão regulador cobra os requisitos da CNEN, ou seja, o auditor da CNEN precisa fazer cumprir a norma CNEN-NN-1.16, mas o órgão licenciador pode emitir novas diretrizes por meio de notas técnicas à entidade operadora. Esta precisará se adequar as

novas exigências. Isso mostra que, para a usina de Angra I, foi necessário o estabelecimento de um SGQ que ultrapasse os 13 requisitos propostos pela CNEN-NN-1.16.

Com relação as duas entrevistas conduzidas à comunidade acadêmica, percebe-se que ambos os entrevistados concordam em todas as questões abordadas. Eles acreditam que os cuidados na manutenção do reator do submarino convencional com propulsão nuclear devem ser os mesmos em comparação a um reator fixo. Cabe salientar que, dos 12 requisitos extras ao PGQ de Angra I, eles concordam em 10 pontos. Houve discordância com relação à Conservação preventiva e segurança industrial e Extensão de vida Útil.

A extensão de vida útil está contida no PGQ de Angra I, pois a usina já está no final de sua vida útil de operação, e precisará comprovar que pode operar além do tempo previsto em projeto de forma segura. Entretanto, observou-se a existência de um documento suplementar, ou seja, um segundo PGQ apenas tratando de extensão de vida útil da Usina.

Por fim, ambos os entrevistados da academia apontam que não há normas e padrões específicos para qualidade no tocante ao submarino convencional com propulsão nuclear e a Base Naval de Apoio. Isso leva a crer que a única solução para o problema no estabelecimento de um SGQ seria a adaptação das normas CNEN com outras normas internacionais e os requisitos necessários que conciliem a segurança nuclear com a segurança naval.

5.7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DO PGQ

Como dito durante o decorrer deste trabalho, o PGQ de Angra I, por necessidade e também devido as orientações vindas do órgão regulador, possui requisitos adicionais em relação a norma CNEN-NN-1.16 abordados no Quadro 15. De posse do PGQ de Angra I, as entrevistas serviram para validar o PGQ proposto para a Base Naval, excluindo ou adicionando requisitos do PGQ de Angra.

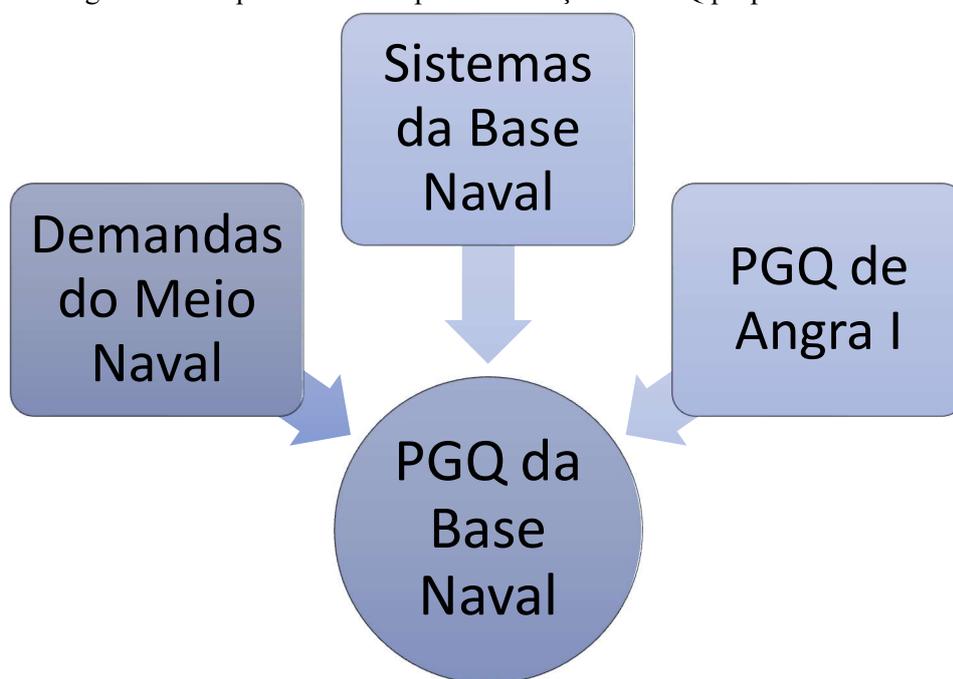
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho teve por objetivo propor um programa de garantia da qualidade para uma base naval prestadora de serviços de manutenção, reparo e apoio ao submarino convencional com propulsão nuclear.

Como foi mencionado no capítulo 1 desse trabalho, um SGQ implementado funciona como sendo a primeira barreira da defesa em profundidade de uma planta nuclear, atuando desde a fase de projeto da instalação, evitando acidentes na sua fase de operação, preservando assim os funcionários, a sociedade e o meio ambiente.

Para resolver o problema da pesquisa, foi elaborado um PGQ contendo ao todo 25 requisitos (Quadro 19) com base nas pesquisas bibliográficas, pesquisa de campo e o PGQ de Angra I. Esse conjunto de requisitos foi validado por meio das entrevistas da pesquisa de campo. Além disso, para a elaboração do PGQ, foi necessário descrever algumas demandas do submarino convencional com propulsão nuclear e relacionar com sistemas existentes em uma Base Naval de Apoio. Diante disso, foi adotado o seguinte esquema da Figura 12.

Figura 12 - Esquema adotado para elaboração do PGQ proposto.



Fonte: elaborado pelo autor.

As demandas e características do Meio Naval foram retiradas do trabalho de Guimarães (1999) e as características da Base Naval de Apoio foram retiradas do trabalho de Talarico

(2015). Esses conhecimentos combinados foram adaptados ao PGQ coletado na Usina de Angra I.

Vale ressaltar que a proposta manteve os 13 requisitos obrigatórios pela CNEN e todos os itens extras do PGQ de Angra I, exceto o requisito de extensão de vida útil. Em momento oportuno, poderá ser elaborado um suplemento ao PGQ apenas tratando de extensão de vida da Base Naval. Além disso, por se tratar de um PGQ na fase de operação, deve ser evidenciado as atividades de manutenção. Dessa forma foi criado um item de controle da manutenção contendo as atividades de planejamento e controle da manutenção (PCM). Foi também adicionado o item de cultura de segurança devido as observações feitas durante a visita em Angra I, por se tratar de um item importante na segurança das atividades.

Além disso, durante a escrita da proposta, foi necessário conectar cada um dos sistemas da base naval elencados por Talarico (2015) em seu respectivo item do PGQ proposto. Em outras palavras, alguns itens do PGQ proposto possui um ou mais sistemas envolvidos para o seu cumprimento (Quadro 18).

Quadro 18 - Item e Sistema responsável

Item do PGQ proposto	Principais Sistemas Envolvidos da BNA
4.6.4 Aquisição, recebimento e armazenagem	Sistema de Manutenção Convencional (SMC) Sistema de Manutenção Nuclear (SMN)
4.6.6 Aquisição de Elemento combustível	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN)
4.7 Controle de Materiais	Sistema de Manutenção Convencional (SMC) Sistema de Manutenção Nuclear (SMN) Sistema de Armazenamento de combustível novo (SACN) Sistema de Armazenamento de combustível retirado do reator (SACR)
4.14 Controle da Manutenção	Sistema de Manutenção Convencional (SMC) Sistema de Manutenção Nuclear (SMN) Sistema de Gerenciamento de Rejeito (SGR)

	Sistema de Troca e Recarga (STR)
4.16 Segurança e Conservação Industrial	Sistema de Segurança Industrial (SSI) Sistema de Segurança Nuclear (SSN)
4.17 Gerenciamento de parada e Recarregamento	Sistema de Troca e Recarga (STR) Sistema de Armazenamento de Combustível novo (SACN)
4.18 Gerenciamento do núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos combustíveis	Sistema de Armazenamento de Combustível retirado do Reator (SACR)
4.19 Preparação para Emergência	Sistema de Suporte à Saúde (SSS)
4.20 Monitoração Ambiental	Sistema de Descontaminação (SD) Sistema de Gerenciamento de Rejeito de baixo Nível (SRBR) Sistema de Gerenciamento de Rejeito de Alto Nível (SRAR) Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR)
4.21 Proteção contra Incêndio	Sistema de Proteção física (SPF)
4.22 Proteção Radiológica	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR) Sistema de Suporte à Saúde (SSS)
4.25 Cultura de Segurança	Sistema de Segurança Nuclear (SSN)

Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, também foi observado na elaboração do PGQ, as interfaces e configurações existentes entre a instalações da BNA e o submarino convencional com propulsão nuclear e a mudança do Manual de Operações da Usina (MOU) para o Manual de Operação da Base de Apoio (MOBA) com as devidas adaptações envolvendo o meio naval. A itemização do PGQ proposto pode ser observado no Quadro 19.

Quadro 19 - PGQ Proposto

ITEM DO PGQ	REFERÊNCIAS
3 – Definições e Siglas	-
4.1 – Sistemas de Garantia da Qualidade	CNEN-NN-1.16 CNEN-NE-1.26
4.2 – Programas de Garantia da Qualidade	CNEN NN-1.16
4.3 – Organização	CNEN NN-1.16
4.4 – Controle de Documentos	MOU CNEN-NN-1.16 CNEN-NE-1.21
4.5 – Controle de Projeto	CNEN-NN-1.16 CNEN-NE-1.21 CNEN-NE-1.26
4.6 – Controle de Aquisições	CNEN-NN-1.16 CNEN-NE-1.21 CNEN-NE-1.27
4.7 – Controle de Materiais	CNEN-NN-1.16 CNEN-NE-1.21
4.8 – Controle de Processos	CNEN-NN-1.16
4.9 – Controle de Inspeções e Testes	CNEN NN-1.16
4.10 – Controle de Itens não conformes	CNEN NN-1.16
4.11 – Ações Corretivas	CNEN NN-1.16
4.12 – Registros da Garantia da Qualidade	CNEN-NN-1.16 CNEN-NE-1.21 CNEN-NE-1.26
4.13 – Auditorias	CNEN NN-1.16 CNEN-NE-1.21
4.14 – Controle da Manutenção	CNEN-NE-1.21 SSR 2/2 Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation (IAEA)
4.15 – Controle de Software Essenciais	NQA-1 Subpart 2.7

4.16 – Segurança e Conservação Industrial	CNEN-NE-1.18 Industrial Safety Guidelines for Nuclear Facilities – No NP-T 3.3 (IAEA)
4.17– Controle de Parada para Recarregamento	Management Strategies for Nuclear Power Plant Outages (IAEA Technical Report Series number 449)
4.18 – Gerenciamento do núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos combustíveis	CNEN-NE-1.26 CNEN-NN-2.02
4.19 – Preparação para Emergência	CNEN-NE-1.04 CNEN-NE-1.26
4.20 – Monitoração Ambiental	CNEN-NE-1.26
4.21 – Proteção contra incêndio	CNEN-NN-2.03
4.22 – Proteção Radiológica	CNEN-NE-1.26
4.23 – Proteção Radiológica	CNEN-NE-1.26 IAEA-TECDOC-1209 (Risk Management: A tool for improving nuclear power plant performance)
4.24 – Reavaliação Periódica de Segurança	CNEN-NE-1.26 SSG-25 (Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants)
4.25 – Cultura de Segurança	GSR Part 2 (Leadership and Management for Safety)

Fonte: elaborado pelo autor.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se uma proposta de um Sistema de Gestão Integrado para Base Naval de Apoio, dotado dos elementos de garantia da qualidade

para a área nuclear com a adição de requisitos da norma ISO 9001:2015¹⁸, ISO 14001:2015¹⁹ e ISO45001:2018²⁰.

¹⁸ Sistema de Gestão da Qualidade.

¹⁹ Sistema de Gestão Ambiental.

²⁰ Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADKINS, J. G.; PANG, J. EXPANSION OF THE ASME CERTIFICATION PROCESS TO PROVIDE A NQA-1 QUALITY CERTIFICATION. **International Conference on Nuclear Engineering ICONE20**, Anaheim, p. 5, Julho 2012.

ALGARTE, ; QUINTANILHA, D. **A história da Qualidade e o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade**. Rio de Janeiro: INMETRO/SENAI, 2000.

AMARAL, L. A. **DIRETRIZES OPERACIONAIS PARA A POSTULAÇÃO DE CENÁRIOS ACIDENTAIS DE INSTALAÇÕES DE APOIO EM TERRA PARA SUBMARINOS DE PROPULSÃO NUCLEAR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) - UFRJ. Rio de Janeiro, p. 171. 2016.

AMARAL, L. A. D. **Diretrizes operacionais para a postulação de cenários acidentais de instalações de apoio em terra para submarinos de propulsão nuclear**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 171. 2016.

ARAÚJO, E. B. et al. Garantia da qualidade aplicada à produção de Radiofármacos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, p. 12, Jan/Mar 2008.

ASME. **Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Application**. ASME. New York, p. 238. 2008.

ASQ. Learn About Quality. **Site da American Society of Quality**, 2020. Disponível em: <<https://asq.org/quality-resources/quality-assurance-vs-control>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

ASQ. Quality Assurance & Quality Control. **Site da American Society of Quality**, 2020. Disponível em: <<https://asq.org/quality-resources/quality-assurance-vs-control>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro, p. 65. 2015.

BALIZA, A. R. **Uma Revisão dos Requisitos de Garantia da Qualidade para Usinas Nucleares no Brasil**. THE 1ST IBERO-AMERICAN CONGRESS ON ENTREPRENEURSHIP, ENERGY, ENVIRONMENT AND TECHNOLOGY- CIEEMAT. [S.l.], p. 5. 2015.

BALIZA, A. R. et al. **Requisitos de Garantia da Qualidade no processo de Dedicção de Itens para Usinas Nucleares no Brasil**. THE 2nd IBERO-AMERICAN CONGRESS ON ENTREPRENEURSHIP, ENERGY, ENVIRONMENT AND TECHNOLOGY- CIEEMAT 2016. Angra dos Reis, p. 10. 2016.

BALIZA, A. R. et al. **QUALITY ASSURANCE PROGRAM FOR ANGRA 1 LICENSE RENEWAL AND LONG-TERM OPERATION**. **International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2019**, Santos, p. 10, Outubro 2019.

BONI, V.; QUARESMA, J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, v. v. 2, n. n. 1, p. 68 -80, 2005.

BRASIL. LEI COMPLEMENTAR Nº 140, DE 8 DE DEZEMBRO DE 2011. **Site do Governo Federal**, 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm>. Acesso em: 11 outubro 2020.

BRASIL. Licenciamento Ambiental. **Site do Governo Federal**, 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/licenciamento-ambiental>>. Acesso em: 02 agosto 2020.

BRASIL. Estratégia Nacional de Defesa. **Site do Ministério da Defesa**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/estrategia-nacional-de-defesa>. Acesso em: 22 março 2021.

BRASIL. LEI Nº 13.976, DE 7 DE JANEIRO DE 2020. **Dispor sobre competência do Comando da Marinha para promover o licenciamento e a fiscalização dos meios navais e suas plantas nucleares embarcadas para propulsão e do transporte de seu combustível nuclear**, Brasília,DF, 07 Janeiro 2020. 01.

BRASIL. Política Nacional de Defesa. **Site do Ministério da Defesa**, 22 jun. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/politica-nacional-de-defesa>. Acesso em: 28 fev. 2021.

CALLAGHAN, P. EFFECTS OF THE USS THRESHER DISASTER UPON SUBMARINE SAFETY AND DEEP-SUBMERGENCE CAPABILITIES IN THE UNITED STATES NAVY. **Vtechwors.lib.vt.edu**, 1987. Disponível em: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/91084/LD5655.V855_1987.C344.pdf> .

CAMPOS, R. A. **Integração entre normas de gestão da Qualidade em uma empresa fornecedora da cadeia nuclear**. Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, p. 144. 2019.

CAMPOS, R. A.; BRITO, L. A.; GUIMARÃES, M. R. N. Correlação entre as Normas CNEN NN 1.16 e NBR ISO 9001:2015: Um Estudo de caso em uma empresa de Usinagem. **XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP**, Maceió, p. 18, Outubro 2018.

CNEN. **CNEN NN 1.16 - GARANTIA DA QUALIDADE PARA A SEGURANÇA DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS E OUTRAS INSTALAÇÕES**. CNEN. [S.l.], p. 21. 2000.

CNEN. Norma CNEN NE 1.04 LICENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES NUCLEARES. **Site da CNEN**, 2002. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm104.pdf>>. Acesso em: 11 outubro 2022.

CNEN. Competências. **Site da CNEN**, 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnen/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/competencias>>. Acesso em: 14 novembro 2020.

CNEN. Perguntas Frequentes. **Site da Comissão de Energia Nuclear**, 2020. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 11 Outubro 2020.

CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Site do Icmbio**, 1997. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf>. Acesso em: 11 outubro 2020.

COSTA, T. **O mundo da Qualidade**. 3. ed. [S.l.]: Clube dos Autores, 2018.

CROSBY, P. B. **Quality is Free The Art of Making Quality Certain**. 1ª. ed. New York: McGraw-Hill, 1980.

DEVGUN, J. Basic principles for managing nuclear projects. In: DEVGUN, J. **Managing Nuclear Projects**. [S.l.]: Woodhead Publishing Series, 2013. p. 3-26. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857095916500019>>.

DOU. LEI Nº 13.976, DE 7 DE JANEIRO DE 2020. **Site do Diário Oficial da União**, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-13.976-de-7-de-janeiro-de-2020-236986992>>. Acesso em: 11 outubro 2020.

ELETRONUCLEAR. Eletronuclear inicia transferência de combustíveis usados para a UAS. **Site da Eletronuclear**, 2021. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/Paginas/Eletronuclear-inicia-transfer%C3%Aancia-de-combust%C3%ADveis-usados-para-a-UAS.aspx>>. Acesso em: 01 maio 2021.

ELETRONUCLEAR. Ibama realiza audiência pública virtual sobre a UAS. **Site da Eletrobras Eletronuclear**, 2021. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/Paginas/Ibama-realiza-audi%C3%Aancia-p%C3%BAblica-virtual-sobre-a-UAS.aspx>>. Acesso em: 25 janeiro 2021.

FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control**. 3ª. ed. Pittsfield: McGraw Hill, 1983.

FERNANDES, W. A. **O Movimento da Qualidade no Brasil**. Duque de Caxias: Essential Idea Publishing, 2011.

FERREIRA JUNIOR, P. C. D.; CAMPOS, L. M. S. A comparison of quality assurance standards: Correlation of the USA and Brazilian codes for the construction of an ISFSI. **Progress in Nuclear Energy**, Rio de Janeiro, p. 12, 20 julho 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149197020301827>>. Acesso em: 25 janeiro 2021.

FRASER, M. T. D.; GONDIM, S. M. G. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. **Paidéia**, v. v. 14, n. n. 28, p. 139 - 152, 2004.

GASCA, R. Quality assurance during design, construction and operation of nuclear power plants. In: ALONSO, A. **Programmes, Infrastructure and Methodologies for the Justification of Nuclear Power**. Vandellós: Woodhead Publishing Series, 2012. p. 705-740. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845699734500218>>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6º. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GROIZELEAU, . Une nouvelle entreprise s'implante dans la base navale de Cherbourg. **Site da Mer et Marine**, 2011. Disponível em: <<https://www.meretmarine.com/fr/content/une-nouvelle-entreprise-simplante-dans-la-base-navale-de-cherbourg>>. Acesso em: 29 abril 2021.

GUIMARÃES, L. D. A. **Metodologia de Gerenciamento da Degradação por envelhecimento nas Usinas Nucleares de Angra**. Instituto de Engenharia Nuclear. Rio de Janeiro, p. 131. 2017.

GUIMARÃES, L. D. S. **Síntese de Doutrina de Segurança para Projeto e Operação de Submarinos Nucleares**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 645. 1999.

GUIMARÃES, L. D. S. **Síntese de Doutrina de Segurança para projeto e operação de submarinos nucleares**. Universidade de São Paulo. [S.l.], p. 645. 1999.

IAEA. Quality assurance for safety in nuclear power plants and other nuclear installations. **Site da IAEA**, 1996. Disponível em: <https://gnssn.iaea.org/Superseded%20Safety%20Standards/Safety_Series_050-C_SG-Q_1996.pdf>. Acesso em: 07 março 2021.

IAEA. History. **Site da Agência Internacional de Energia Atômica**, 1998. Disponível em: <<https://www.iaea.org/about/overview/history>>. Acesso em: 12 outubro 2020.

IAEA. Safety Standards. **Site da Agência Internacional de Energia Atômica**, 1998. Disponível em: <<https://www.iaea.org/resources/safety-standards>>. Acesso em: 12 outubro 2020.

IAEA. Fundamental Safety Principles. **Site da Agência Internacional de Energia Atômica**, 2006. Disponível em: <<https://www.iaea.org/publications/7592/fundamental-safety-principles>>. Acesso em: 01 maio 2020.

IAEA. Licensing Process for Nuclear Installations. **Site da Agência Internacional de Energia Atômica**, 2010. Disponível em: <<https://www.iaea.org/publications/8429/licensing-process-for-nuclear-installations>>. Acesso em: 10 outubro 2020.

IAEA. Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety. **Site da Agência Internacional de Energia Atômica**, 2016. Disponível em: <<https://www.iaea.org/publications/10883/governmental-legal-and-regulatory-framework-for-safety>>. Acesso em: 14 novembro 2020.

IAEA. **IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection**. International Atomic Energy Agency. Vienna, p. 278. 2019.

IAEA. **IAEA-TECDOC-1910 Quality Assurance and Quality Control in Nuclear Facilities and Activities**. IAEA. Viena, p. 136. 2020.

IAEA. Defence in Depth. **Site da IAEA**, 2021. Disponível em: <<https://iec.iaea.org/inesrilt/defence-depth>>. Acesso em: 29 abril 2021.

INB. **Carta Anual de políticas Públicas e Governança Corporativa 2018**. INB. Rio de Janeiro, p. 34. 2018.

INFORMAL, D. Housekeeping. **Site do Dicionário Informal**, 2014. Disponível em: <<https://www.dicionarioinformal.com.br/significado/housekeeping/3594/>>. Acesso em: 27 janeiro 2021.

IPEN. Institucional. **Site do IPEN**, 2018. Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=2923>. Acesso em: 13 março 2021.

JURAN, J. M.; DE FEO, J. A. **Juran's Quality Handbook The complete Guide to Performance Excellence**. 6ª. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KERZER, H. **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling**. 10ª. ed. New York: John Wiley & Sons, 2009.

KIBRIT, E. **ANÁLISE DE REQUISITOS NORMATIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO E A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE EM INSTALAÇÕES E ATIVIDADES NUCLEARES BRASILEIRAS**. INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. São Paulo, p. 257. 2008.

KWON, H.-I. et al. **Nuclear Safety and the Role of Quality Assurance - Transactions of the Korean Nuclear Society Autumn Meeting**. Korea Atomic Energy and Research Institute. Gyeongju, p. 2. 2006.

LAINETTI, P. E. O. et al. Garantia da Qualidade na Fabricação de Combustíveis para o Reator de Pesquisas IEA-R1/IPEN-CNEN/SP. **VI CGEN - Congresso Geral de Energia Nuclear**, Rio de Janeiro, p. 4, 27 Outubro 1996.

MARCONI, D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUIS, L. G.; JACOBS, I. M. Quality Assurance and Reliability Handbook. In: HARRER, J. M.; BECKERLEY, J. G. **Nuclear Power Reactor Instrumentation Systems Handbook**. Springfield: U.S. Atomic Energy Commission, v. I, 1973. p. 310.

MEUDICIONÁRIO.ORG. **Site do Meu Dicionário.org**, s.d. Disponível em: <<https://www.meudicionario.org/licenciar?intlink=true>>.

MOLONEY, P. **Submarine Tanker Concepts and Problems**. Kigs Point Sholar Series - National Maritime Research Center. U.S Department of Commerce. [S.l.]. 1974.

NRC. Appendix B to Part 50—Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants. **Site da NRC**, 1970. Disponível em: <<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part050/part050-appb.html>>. Acesso em: 20 janeiro 2021.

NRC. Independent spent fuel storage installation (ISFSI). **Site do NRC**, 2020. Disponível em: <<https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/independent-spent-fuel-storage-installation-isfsi.html>>. Acesso em: 07 março 2021.

NRC. NUREG-Series Publications. **Site da United States Nuclear Regulatory Commission**, 2020. Disponível em: <<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

NUCLEP. Certificações. **Site da NUCLEP**, 2021. Disponível em: <<https://nuclep.gov.br/pt-br/certificacoes>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

PAIVA, R. P.; SALVETTI, T. C. Certificação NBR ISO 9001 para as atividades realizadas no reator nuclear IEA-R1. **International Nuclear Atlantic Conference - INAC**, Santos, p. 6, Agosto 2005.

PFEIFER, T.; NIAGAJ, J. Requirements of Quality Assurance Systems Concerning the Fabrication of Equipment for Nuclear Facilities. **Site do Institute of Welding Bulletin**, 2016.

Disponível em: <<http://bulletin.is.gliwice.pl/article/requirements-quality-assurance-systems-nuclear-facilities>>. Acesso em: 23 janeiro 2021.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RUMANE, A. R. **Quality Management in Constrution Projects**. 2ª. ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2018.

SALVATORE, J. E. L. O processo de licenciamento para construção e operação de centrais nucleares no Brasil. **Relatório DR-Nº 89/80**, 1980. Disponível em: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/13/703/13703815.pdf?r=1&r=1>. Acesso em: 09 Janeiro 2021.

SERRA, R. C. **LICENCIAMENTO DE REATORES : PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA REGULATÓRIA INTEGRADA COM ABORDAGEM EM QUALIDADE E MEIO AMBIENTE PARA REATORES DE PESQUISA NO BRASIL**. Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares - IPEN. São Paulo, p. 125. 2014.

SHEWHART, W. A. **Economic Control of Quality of Manufactured Product**. Milwaukee: American Society for Quality Control, 1980.

SMITH, R. B. **Bases de projeto para a automatização do sistema de garantia da qualidade em gerência de rejeitos radioativos**. IPEN - USP. São Paulo, p. 160. 2018.

SNEVE, M. K. Dismantlement of nuclear facilities decommissioned from the Russian navy: Enhancing regulatory supervision of nuclear and radiation safety. **Site do International Nuclear Information System**, 2013. Disponível em: <https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:44045463>. Acesso em: 21 janeiro 2021.

STRUCTURE, GÉODYNAMIQUE &. Cherbourg Military Port. **Site da Géodynamique & Structure**, 2021. Disponível em: <<https://www.geodynamique.com/en/references/175-cherbourg-military-port>>. Acesso em: 29 abril 2021.

TALARICO, M. A. **Considerações sobre a Aplicação da Tomada de Decisão com Informação do Risco ao Processo de Licenciamento de Instalações Industriais Especiais**. UFRJ. Rio de Janeiro, p. 432. 2015.

TALARICO, M. A.; FRUTUOSO E MELO, P. F. CONSIDERATIONS ABOUT THE LICENSING PROCESS OF SPECIAL NUCLEAR INDUSTRIAL FACILITIES. **2015 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2015**, São Paulo, p. 15, Outubro 2015.

THUMA, G. Basic Safety Concepts in Nuclear Engineering. **Site do SlideShare**, 2010. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/GRFDavos/presentationnuclearsafetythumapubpdf>>. Acesso em: 29 abril 2021.

VIDIGAL, A. A. F. et al. **Amazônia Azul o mar que nos pertence**. Rio de Janeiro: Record, 2006.

WILDE, T.; BAKER, S.; SANDQUIST, G. M. CODES, STANDARDS AND REGULATORY TOPICS FOR NUCLEAR FACILITIES. **International Conference on Nuclear Engineering**, Orlando, n. 16th International Conference on Nuclear Engineering - ICONE16-48476, p. 5, maio 2008.

**APÊNDICEA – PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE DA
BASE NAVAL DE APOIO.**

PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE
FASE OPERAÇÃO
REVISÃO 0

BASE NAVAL DE APOIO AO SUBMARINO CONVENCIONAL COM
PROPULSÃO NUCLEAR

BASE DE APOIO AO MEIO NAVAL COM PROPULSÃO NUCLEAR
PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE
FASE OPERAÇÃO

Aprovação

Gerente da Garantia da Qualidade

Data

Diretor da Base

Data

Introdução

A Base Naval de Apoio (BNA) solicitou junto à CNEN a sua licença de Operação, no dia 01 de janeiro de 2022, para iniciar suas atividades de manutenção, reparo, apoio para um Meio Navais com propulsão nuclear.

Diante desse cenário, o Programa de Garantia da Qualidade (PGQ) da fase de operação foi desenvolvido para apoiar essas atividades, garantindo a conformidade com os requisitos regulatórios estabelecidos pela CNEN.

O PGQ garante a proteção da saúde e segurança pública por meio de avaliações baseadas no desempenho e auditoria baseada em conformidade, utilizando procedimentos e instruções de trabalho.

O PGQ descreve as responsabilidades para implementar os requisitos de qualidade, e a maneira de como é estabelecido, mantido e avaliado o desempenho das atividades sujeitas ao Programa. Além disso, O PGQ inclui uma descrição da estrutura organizacional e responsabilidades funcionais da alta direção em relação às atividades importantes para a segurança na BNA, incluindo as responsabilidades da equipe da Garantia da Qualidade.

Este PGQ faz parte do capítulo 17 do Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS) da BNA, ou seja, é item obrigatório no processo de licenciamento da instalação. O item 4.2.1 da norma CNEN-NE-1.16, estabelece:

“O requerente, para fins de licenciamento da instalação, deve submeter à CNEN, os PGQ, tanto dos contratados principais como o seu próprio programa, com antecedência suficiente para permitir a sua avaliação, pela CNEN, antes do início das atividades a que se referem. O PGQ do Requerente deve incluir, necessariamente, o gerenciamento do Empreendimento, a indicação dos contratados principais e do OSTI, quando especificado pelo Responsável pelo Sistema ou pelo Projetista.”

Além disso, a norma CNEN-NE-1.04, requisito 8.4 (RELATÓRIO FINAL DE ANÁLISE DE SEGURANÇA), estabelece:

“O RFAS deve conter informações que descrevam a instalação, apresentem as bases de projeto, os limites de operação e uma análise de segurança da instalação como um todo, devendo incluir, no mínimo, as informações especificadas nos itens 8.4.1 a 8.4.12. Onde o item 8.4.9 Informações referentes à operação da instalação é: a) programa e garantia da qualidade do requerente;”

Diante disso, este PGQ está em conformidade com as Normas vigentes e orientações fornecidas pela CNEN.

Sumário

Aprovação

Introdução

Apêndice

1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Objetivo

1.2 Campo de aplicação

1.3 Política da Qualidade

1.4 Política Ambiental

2 GENERALIDADES

2.1 Normas e documentos de referência

2.2 Normas e documentos internacionais

2.3 Outros documentos

3 DEFINIÇÕES E SIGLAS

4 REQUISITOS PARA OS SISTEMAS E PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE

4.1 – Sistemas de Garantia da Qualidade

4.2 – Programas de Garantia da Qualidade

4.3 – Organização

4.4 – Controle de Documentos

4.5 – Controle de Projeto

4.6 – Controle de Aquisições

4.7 – Controle de Materiais

4.8 – Controle de Processos

4.9 – Controle de Inspeção e Testes

4.10 – Controle de Itens não conformes

4.11 – Ações Corretivas

4.12 – Registros de Garantia da Qualidade

4.13 – Auditoria

4.14 – Controle da Manutenção

4.15 – Controle de Software Essencial

4.16 – Segurança e conservação Industrial

- 4.17 – Gerenciamento de parada e recarregamento
- 4.18 – Gerenciamento do núcleo do reator e manuseio de combustível
- 4.19 – Preparação em emergência
- 4.20 – Monitoração Ambiental
- 4.21 – Proteção contra Incêndio
- 4.22 – Proteção Radiológica
- 4.23 – Gestão de Risco
- 4.24 – Revisão periódica de Segurança
- 4.25 – Cultura de Segurança

1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Objetivo

Estabelecer a estrutura do Sistema de Garantia da Qualidade implementada pela BNA, conforme estabelecido na norma CNEN-NN-1.16 requisito 4.2, CNEN-NE-1.26 e outras normas da CNEN, assim como normas nacionais e internacionais, conforme aplicável.

A BNA tem o compromisso de prestar serviços de manutenção, reparo e apoio aos submarinos convencionais com propulsão nuclear com elevados padrões de segurança, confiabilidade e responsabilidade socioambiental. Por isso, todos nós, líderes e colaboradores, temos de conduzir nossas atividades com foco na segurança nuclear, protegendo as pessoas, a sociedade e o meio ambiente.

1.2 Campo de Aplicação

Este documento é aplicável:

A Base Naval de Apoio (BNA) que está localizada na costa do Atlântico Norte, em uma baía parcialmente protegida, situada na divisa entre os estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Às atividades que influem na qualidade de itens e serviços importantes à segurança ou cuja falha ou mau funcionamento possam resultar na perda de disponibilidade da BNA ou do Meio Naval com propulsão nuclear.

1.3 Política da Qualidade

Assegurar o atendimento dos requisitos dos clientes; os requisitos legais do órgão regulador; promover melhoria contínua dos processos, aumentar a eficiência operacional; manter controle nos aspectos e impactos ambientais da operação; treinar, formar e desenvolver competências funcionais de nossos colaboradores internos e externos; monitorar e avaliar os resultados; sempre com o foco na segurança naval e nuclear.

1.4 Política Ambiental

A BNA é uma organização que presta serviços na área nuclear, de forma limpa, segura e confiável, comprometida com a necessidade de proteção ao meio ambiente, em consonância com os seguintes princípios:

1. Priorizar a segurança nuclear, essencial para a proteção do meio ambiente;

2. Atender a legislação aplicável e demais requisitos ambientais;
3. Utilizar de forma sustentável os recursos naturais no desenvolvimento das suas atividades;
4. Orientar os gestores da empresa para que nas suas tomadas de decisão demonstrem a importância da proteção ao meio ambiente;
5. Possibilitar que qualquer condição ambientalmente insegura seja prontamente identificada e informada, utilizando-se de processos de comunicação transparentes e efetivos;
6. Promover a melhoria contínua do desempenho ambiental, com revisão periódica dos objetivos e metas pela alta direção;
7. Capacitar os colaboradores de modo que estejam conscientes das consequências das suas atividades em relação ao meio ambiente, estimulando a atitude questionadora e preventiva;
8. Avaliar, antes da atividade a ser desenvolvida, os possíveis impactos de forma que os riscos de poluição ambiental sejam preventivamente minimizados ou eliminados;
9. Fomentar práticas educativas sobre o meio ambiente para os colaboradores e as comunidades do entorno; e
10. Promover ações para a proteção da biodiversidade no entorno das suas instalações.

2 GENERALIDADES

2.1 Normas e Documentos de Referência

- Normas, Posições Regulatórias da CNEN e Notas Técnicas

- CNEN NN 1.01 - Licenciamento de Operadores de Reatores Nucleares (Resolução CNEN 170/14).
- CNEN NE 1.02 - Critérios Gerais de Projeto para Usinas de Reprocessamento de Combustíveis Nucleares (Resolução CNEN 3A/79).
- CNEN NE 1.04 - Licenciamento de Instalações Nucleares (Resolução CNEN 15/02).
- CNEN NE 1.06 - Requisitos de Saúde para Operadores de Reatores Nucleares (Resolução CNEN 03/80).
- CNEN NN 1.14 - Relatórios de Operação de Usinas Nucleoelétricas (Resolução CNEN 16/01).
- CNEN NN 1.16 - Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e Outras Instalações (Portaria CNEN 17/00).
- CNEN NN 1.17 - Qualificação de Pessoal e Certificação para Ensaios Não-destrutivos em Itens de Instalações Nucleares (Resolução CNEN 118/11).
- CNEN NE 1.18 - Conservação Preventiva em Usinas Nucleoelétricas (Resolução CNEN 09/85).
- CNEN NE 1.21 - Manutenção de Usinas Nucleoelétricas (Resolução CNEN 03/91).
- CNEN NE 1.25 - Inspeção em Serviço em Usinas Nucleoelétricas (Resolução CNEN 13/96).
- CNEN NE 1.26 - Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas (Resolução CNEN 04/97).
- 1.26 / 001 - Gerenciamento de Rejeitos Radioativos em Usinas Nucleoelétricas.
- CNEN NE 1.27 - Garantia da Qualidade na Aquisição, Projeto e Fabricação de Elementos Combustíveis (Resolução CNEN 15/99).
- CNEN NE 2.01 - Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear (Resolução CNEN Resolução CNEN 253/19).
- CNEN NN 2.02 - Controle de Materiais Nucleares (Resolução CNEN 11/99).
- CNEN NN 2.03 - Proteção contra Incêndio em Usinas Nucleoelétricas (Resolução CNEN 13/99).
- CNEN NN 3.01 - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica.
- CNEN NE 3.02 - Serviços de Radioproteção.

2.2 Normas e documentos internacionais

NRC – Nuclear Regulatory Commission

- U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. Quality assurance criteria for Nuclear Power Plant - 10 CFR 50 appendix B.
- 10CFR50.65 “Requirements for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants”.
- Regulatory Guide 1.160: “Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants” rev. 2 March 1997.
- 10 CFR 50.55a - Codes and Standards.
- 10 CFR 50.48 – Fire protection
- 10 CFR 50.49 - Environmental qualification of electric equipment important to safety for nuclear power plants.
- NUREG 0800 – Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition — Quality Assurance
- NUREG 1800 - Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power Plants.
- NUREG 1801 - Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report

Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA)

- GSR Part 2 – General Safety Requirements – Leadership and Management for Safety;
- SSR-2/2 – Specific Safety Requirements – Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation;
- NS-G-2.6 – Safety Guide - Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants;
- GS-G-3.1 – Safety Guide – Application of Management System for Facility and Activities;
- GS-G-3.5 – Safety Guide - The Management System for Nuclear Installations;
- INSAG 12 - Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants 75-INSAG-3 Rev. 1.
- IAEA NS-G-2.12 - Ageing Management for Nuclear Power Plants;

- IAEA – No NP-T 3.3 - Industrial Safety Guidelines for Nuclear Facilities.

3 DEFINIÇÕES E SIGLAS

3.1 Definições

ALTA DIREÇÃO DA BNA

A ALTA DIREÇÃO DA BNA tem a função de assessorar o Diretor da Base em todos os assuntos relacionados à segurança nuclear.

A Alta Direção é composta, mas não necessariamente limitada, pelos membros abaixo:

- Coordenador – Diretor da Base de Apoio.
- Membro Principal - Chefe da Unidade Organizacional de Operação.
- Membro Principal - Chefe da Unidade Organizacional de Manutenção.
- Membro Principal - Chefe da Unidade Organizacional de Proteção Radiológica.
- Membro Principal - Representante da Unidade Organizacional de Segurança Nuclear.
- Membro Principal - Representante da Unidade Organizacional de Garantia de Qualidade.

As decisões que influem apenas na segurança da BNA são discutidas com a sua alta direção. As decisões que afetam o meio naval com propulsão nuclear são acordadas em conjunto com o Comando do Meio Naval e com o ASN.

ALTERAÇÃO TÉCNICA (CNEN NE 1.04)

Qualquer modificação de itens da instalação nuclear para a qual a CNEN já tenha concedido Licença de Construção ou autorização para operação, inicial ou permanente, e que envolva problemas de segurança. Nenhuma alteração técnica pode ser executada numa instalação, sem prévia autorização escrita da CNEN. A solicitação para alteração técnica deve descrever completamente as alterações propostas.

Uma autorização para alteração técnica será concedida mediante verificação de que as alterações propostas satisfazem, no que lhes for aplicável, às condições estabelecidas para concessão das licenças de construção ou das AOI ou AOP.

ATIVIDADES QUE INFLUEM NA QUALIDADE (Fonte: CNEN NN 1.16)

Atividades tais como projeto, aquisição, fabricação, construção, montagem, instalação, ensaios/testes, operação, manutenção, reparos, recarregamento, modificações e inspeções, cuja execução precisa ser efetuada no contexto da garantia da qualidade.

AUDITORIA (Fonte: CNEN NN 1.16)

Atividade documentada que visa verificar, através de exame e avaliação de evidências objetivas, se os elementos aplicáveis do Sistema de Garantia da Qualidade foram estabelecidos, documentados e efetivamente implementados de acordo com as exigências especificadas.

AUTORIDADE DE SEGURANÇA NUCLEAR (Fonte: GUIMARÃES, 1999)

Autoridade de Segurança Nuclear (ASN) é entendida como o organismo estatal que regulamenta e controla as atividades associadas a cada uma das fases do Ciclo de Vida do Meio Naval com propulsão nuclear importantes para a segurança nuclear, analisando e aprovando em diferentes etapas o relatório de análise de segurança da instalação nuclear embarcada, da plataforma-navio e das instalações de apoio logístico em terra, através do processo de Licenciamento Nuclear.

COMPONENTE BÁSICO OU BASIC COMPONENT (BC) – ITEM RELACIONADO A SEGURANÇA NUCLEAR (Fonte: 10CFR21)

(I) Quando aplicado a usinas nucleares componente básico significa uma estrutura, sistema ou componente (ESC), ou parte dele que afeta sua função de segurança necessárias para assegurar:

- a) A integridade da fronteira do sistema de refrigeração do reator;
- b) A capacidade de desligar o reator e mantê-lo em uma condição de desligamento seguro;
ou
- c) A capacidade para evitar ou atenuar as consequências dos acidentes que podem resultar em potenciais exposições externas à usina.

(II) Os BCs são itens projetados e fabricados sob um programa de garantia de qualidade que seguem o 10CFR50 apêndice B, ou item grau comercial (CGI) que tenham concluído com êxito o processo de dedicação.

CONSERVAÇÃO PREVENTIVA (Fonte: CNEN NE 1.18)

Conjunto de atividades e medidas de controle aplicadas sobre essas atividades, destinadas a evitar condições adversas à qualidade de itens importantes à segurança, e que abrangem a proteção contra incêndio, a limpeza, a arrumação, o acesso controlado das áreas de importância e a preservação dos itens nelas contidos, instalados ou armazenados.

DEDICAÇÃO (Fonte: 10CFR21)

É um processo que uma empresa está comprometida a fornecer uma garantia de que um item de classe comercial (CGI) para ser usado como um componente básico (BC) irá desempenhar a sua função de segurança a que se destinam e, a este respeito, é considerada equivalente a um item projetado e fabricado sob a 10CFR50 apêndice B, programa de garantia de qualidade. Essa garantia é conseguida através da identificação das características críticas do produto e verificação da sua aceitabilidade por inspeções, testes ou análises realizadas pelo comprador ou por uma entidade terceira (empresa dedicadora), complementados conforme necessário por um ou mais dos seguintes: “Commercial Grade Survey”; inspeções de produtos nas instalações do fabricante, e análise de registros históricos para um desempenho aceitável. Em todos os casos, o processo de dedicação deve ser realizado em conformidade com as disposições aplicáveis do 10 CFR Part 50, apêndice B. O processo é considerado completo quando o item é designado para uso como um componente básico (BC).

DOCUMENTOS DE GARANTIA DA QUALIDADE (Fonte: CNEN NN 1.16)

Documentos, utilizando-se qualquer tipo de mídia, que definem, descrevem, especificam, identificam, registram ou certificam requisitos, medidas ou resultados de atividades que influem na qualidade, tais como especificações, procedimentos, registros, certificados, relatórios, planos ou desenhos.

DOCUMENTOS DE AQUISIÇÃO/PEDIDO DE COMPRA (Fonte: 10CFR21)

É um contrato que define os requisitos que as instalações ou componentes básicos devem cumprir, a fim de ser considerado aceitável pelo comprador.

ENTIDADE DEDICADORA (Fonte: 10CFR21)

Organização que realiza o processo de dedicação. O processo de dedicação pode ser realizado pelo fabricante do item, uma entidade dedicadora, ou o comprador. A entidade

dedicadora, nos termos do 10CFR 21.21 (c), é responsável por identificar e avaliar desvios, relatando defeitos e falhas e manter registros auditáveis do processo de dedicação.

GARANTIA DA QUALIDADE (Fonte: CNEN NN 1.16)

Conjunto das ações sistemáticas e planejadas, necessárias para proporcionar confiança adequada de que, uma estrutura, sistema, componente ou instalação, funcionarão satisfatoriamente em serviço.

ITEM (Fonte: CNEN NN 1.16)

Termo geral que abrange qualquer estrutura, sistema, componente, peça ou material.

ITEM DE CLASSE COMERCIAL (CGI) (Fonte: 10CFR21)

É uma estrutura, sistema ou componente, ou parte dele que afeta sua função de segurança, que não foi projetado e fabricado como um componente básico (BC). Itens de grau comercial não incluem os requisitos onde o projeto e processo de fabricação exigem inspeções e verificações para garantir que os defeitos ou falhas de conformidade são identificados e corrigidos (isto é, uma ou mais características críticas do produto não podem ser verificadas).

ITEM IMPORTANTE À SEGURANÇA (Fonte: CNEN NN 1.16)

Item que inclui ou está incluído em:

- a) estruturas, sistemas e componentes cuja falha ou mau funcionamento pode resultar em exposições indevidas à radiação para o pessoal da instalação ou membros do público em geral;
- b) estruturas, sistemas e componentes que evitam que ocorrências operacionais previstas resultem em condições de acidente; e
- c) dispositivos ou características necessárias para atenuar as consequências de falha ou mau funcionamento de estruturas, sistemas e componentes citados em a e b acima.

ITEM IMPORTANTE À DISPONIBILIDADE

Item que inclui ou está incluído em estruturas, sistemas ou componentes, necessários para que a BNA seja capaz de atender à demanda de serviços com eficiência.

ORGANIZAÇÃO OPERADORA

Pessoa Jurídica autorizada a operar a BNA.

ORGANIZAÇÃO OPERADORA DO MEIO NAVAL

Pessoa Jurídica autorizada a operar Meio Naval com propulsão Nuclear.

PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE (PGQ) (Fonte: CNEN NN 1.16)

Documento, para fins de licenciamento, que descreve ou apresenta os compromissos para o estabelecimento do Sistema de Garantia da Qualidade (SGQ) de uma organização. O PGQ da BNA está descrito neste procedimento e no capítulo 17.2 do RFAS.

REGISTROS DE GARANTIA DA QUALIDADE (Fonte: CNEN NN 1.16)

Documento que apresenta resultados obtidos ou fornece evidências objetivas da qualidade de atividades realizadas.

Os registros devem incluir os resultados de análises, inspeções, testes, auditorias, monitoração do desempenho de trabalho, análises de materiais, notificações de alterações de campo, folhas diárias de operação da instalação, tratamentos de não conformidades, bem como dados correlatos, tais como qualificações de pessoal, procedimentos e equipamentos, reparos exigidos e outros documentos apropriados. Os registros devem ser legíveis, completos e identificáveis em relação ao item envolvido.

SALVAGUARDA NUCLEAR

É o conjunto de medidas estabelecidas para detectar em tempo hábil e comprovar que não há desvio de material nuclear para usos não declarados.

SERVIÇO (Fonte: CNEN NN 1.16)

Termo genérico que engloba atividades tais como projeto, montagem, inspeção, reparo, calibração, ensaios/testes e soldagem.

SISTEMA DE GARANTIA DA QUALIDADE (Fonte: CNEN NN 1.16)

Conjunto de medidas desenvolvidas pela organização, no sentido de promover a integração dos elementos relacionados com: o planejamento estratégico, a estruturação organizacional, a definição de responsabilidades e atribuições de indivíduos ou grupos, a adoção de procedimentos administrativos e executivos requeridos, a utilização de métodos e processos apropriados e a alocação dos recursos materiais e humanos, necessários para permitir uma implementação efetiva das ações de Garantia da Qualidade aplicáveis a um empreendimento, no seu todo, ou a cada um dos seus estágios.

3.2 Siglas

AC	Ação Corretiva
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
AMP	Aging Management Program
AMR	Aging Management Review
APS	Análises Probabilísticas de Segurança
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASN	Autoridade de Segurança Nuclear
CFR	Code of Federal Regulation
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
EPI	Equipamento de proteção individual
EPRI	Electric Power Research Institute
EOI	Experiência Operacional Interna
ESC	Estruturas, Sistemas e Componentes
RFAS	Final Safety Analysis Report
GALL	Relatório de Lições de Envelhecimento Genérico Aprendidos
GQ	Garantia da Qualidade
IAEA	International Atomic Energy Agency
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPO	Instituto de Operações de Energia Nuclear
ISI	Programa de inspeção em Serviço
ISO	International Organization for Standardization
IST	In-service Testing
LTO	Long Term Operation
MO	Manual de Organização
MOBA	Manual de Operação da Base de Apoio
MOMN	Manual de Operação do Meio Naval
NPP	Nuclear Power Plant
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NUPIC	Nuclear Procurement Issues Committee

OSTI	Órgão de Supervisão Técnica Independente
PA-AG	Procedimentos Administrativos de Monitoração Ambiental Geral
PA-GE	Procedimentos Administrativos Gerais
PA-LE	Procedimentos Administrativos Específico relacionados ao Programa de Extensão de vida útil
PA-LG	Procedimentos Administrativos Gerais relacionados ao Programa de Extensão de vida útil
PA-MA	Procedimentos Administrativos de Monitoração Ambiental
PA-ME	Procedimentos Administrativos de Manutenção Específico
PA-MG	Procedimentos Administrativos de Manutenção Geral
PA-OG	Procedimentos Administrativos de Operação Geral
PA-QR	Procedimentos Administrativos de Química e Radioquímica
PA-RG	Procedimentos Administrativos de Proteção Radiológica Geral
PA-TE	Procedimentos Administrativos de Suporte Técnico Específico
PA-TG	Procedimentos Administrativos de Suporte Técnico Geral
PASR	Pedido de Alteração de Setpoint ou Range
PCM	Procedimentos de Manuseio do Combustível Nuclear
PDCA	Plan, Do, Check and Act
PEL	Plano de Emergência Local
PGQ	Programa de Garantia da Qualidade
PMP	Procedimentos de Implementação e Modificação de Projetos
PP-R	Procedimentos de Reator e Performace
PWR	Pressurized Water Reactor
RHR	Remoção de Calor Residual
RM	Regra de Manutenção
RFAS	Relatório Final de Análise de Segurança
RPS	Reavaliação Periódica de Segurança
SAC	Solicitação de Ação Corretiva
SMR	Sistema de Manutenção e Reparo
STC	Sistema de Troca de Combustível
STR	Sistema de Troca e Recarga
SED	Sistema de Encalhe e Docagem
SMC	Sistema de Manutenção Convencional

SMN	Sistema de Manutenção Nuclear
SACN	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo
SGR	Sistema de Gerenciamento de Rejeito
SD	Sistema de Descontaminação
SRBR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível
SRAR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação
SSE	Sistema de Serviços Essenciais
SSEC	Sistema de Serviços Essenciais Convencionais
SSEN	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear
SSI	Sistema de Segurança Industrial
SSN	Sistema de Segurança Nuclear
SPF	Sistema de Proteção Física
SSS	Sistema de Suporte à Saúde
SSSNC	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional
SSSNR	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica
SMPR	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica
SGP	Sistema de Gerenciamento de Pendências
SGQ	Sistema de Garantia da Qualidade
TLAA	Revalidação das Análises com Validade Limitada pelo Tempo
UAS	Independent Spent Fuel Dry Storage Unit
UO	Unidade Organizacional
WANO/INPO	World Association of Nuclear Operators

4 REQUISITOS PARA OS SISTEMAS E PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE

4.1 Sistemas de Garantia da Qualidade

4.1.1 Obrigatoriedades e Responsabilidades

De acordo com a norma CNEN NN 1.16 requisitos de 4.1.1.1 até 4.1.1.4 é obrigatório, por parte da BNA, o estabelecimento e a implementação de um Sistema de Garantia da Qualidade para sua operação, de forma a assegurar o controle das atividades associadas à operação segura, atividades de manutenção, paradas para recarregamento, tratamento de rejeitos, depósitos de rejeitos, manuseio de combustíveis, inspeções, testes e todas as outras

atividades relacionadas com a operação do meio naval de propulsão nuclear e da própria BNA. A BNA pode delegar a outras organizações a tarefa de estabelecer e implementar partes do seu Sistema de Garantia da Qualidade, porém continuará integralmente responsável, perante a CNEN, pela eficácia dele, sem prejuízo, contudo, das responsabilidades legais, suas, ou de seus contratados.

No estabelecimento e na implementação do Sistema de Garantia da Qualidade da BNA, é garantido que a responsabilidade básica para a obtenção da qualidade na realização de determinada atividade é daqueles que executam essa atividade, sendo que os gerentes, os executores do trabalho e os verificadores do trabalho, são conjuntamente responsáveis por contribuir para que os padrões especificados sejam obtidos.

Todas as Unidades organizacionais, envolvidas em alguma atividade, são responsáveis por proporcionar suporte adequado à efetiva implementação dos SGQ pertinentes e por demonstrar o seu comprometimento com o sucesso dessa implementação.

4.1.2 Diretrizes básicas

A Superintendência da BNA, bem como as unidades organizacionais responsáveis pelos diversos estágios, assegura a implementação efetiva dos SGQ de forma compatível com os cronogramas para realização das atividades previstas, incluindo o processo de aquisição de materiais para itens de entrega a longo prazo.

No estabelecimento dos SGQ é implantada uma estrutura organizacional dentro da qual as atividades de garantia da qualidade são planejadas e implementadas, e as responsabilidades e as autoridades das várias pessoas e organizações envolvidas são definidas, esta estrutura e responsabilidade estão definidas no organograma e no Manual de Operação da Base de Apoio (MOBA), que ficam disponíveis na INTRANET.

No desenvolvimento dos SGQ, é assegurado que eles proporcionem a integração dos três princípios seguintes:

- a) compete às unidades organizacionais promover o planejamento, a direção e a alocação de recursos materiais e de pessoal para se atingir os objetivos da qualidade e de segurança do empreendimento, em todos os seus estágios.
- b) compete aos indivíduos, que executam os trabalhos, atingir a qualidade especificada; e
- c) compete aos indivíduos, que conduzem as atividades de verificação, avaliar a adequação dos trabalhos executados ou em andamento.

No desenvolvimento dos SGQ, são levados em consideração os aspectos técnicos das atividades a serem realizadas, de forma a se assegurar a identificação e o cumprimento dos regulamentos da CNEN e as determinações da ASN, das normas, códigos, padrões, especificações e boas práticas de engenharia, a serem utilizados.

No desenvolvimento dos SGQ e levando-se em conta a operação da base de apoio, são definidos os itens, serviços e processos incluídos nesse Sistema, bem como são delineados os métodos ou níveis apropriados de controle e verificação a serem usados para garantir a qualidade desses itens, serviços e processos.

A Segurança Nuclear, através das ações de análise de segurança, é o elemento fundamental levado em consideração, na identificação dos itens, serviços e processos que são incluídos no escopo dos SGQ.

É desenvolvida uma metodologia para a gradação na aplicação das ações de Garantia da Qualidade, como consequência da definição da importância para a segurança da instalação dos diversos itens, serviços e processos.

Essa metodologia de gradação reflete uma diferenciação planejada, reconhecida e documentada pelo corpo gerencial da BNA, conforme aplicável, na definição de requisitos específicos do SGQ. Por exemplo, no caso de não conformidades, existe o procedimento de classificação pelo impacto em Segurança e Disponibilidade.

Além disso, a BNA mantém um sistema de monitoração dos indicadores, conforme definido por normas internacionais. Os indicadores são atualizados mensalmente e ficam disponíveis em painéis eletrônicos para o conhecimento de todos os funcionários e visitantes.

O SGQ da BNA assegura o controle e a verificação das atividades que influem na qualidade dos itens, serviços e processos identificados, numa extensão compatível com a gradação estabelecida.

Além da importância relativa para a segurança dos itens, serviços e processos, os seguintes fatores também são considerados na definição da gradação na aplicação das ações de Garantia da Qualidade:

- a) a complexidade do projeto, da fabricação ou características novas do item;
- b) a necessidade de controles e supervisão especiais sobre processos e equipamentos;
- c) o grau em que a conformidade funcional pode ser demonstrada por inspeção ou teste;

- d) o histórico da qualidade e o grau de padronização do item;
- e) a dificuldade de reparo, de substituição, ou de acesso para inspeção em serviço.

Sendo assim, os itens são classificados como:

a) Classificação das Estruturas, Sistemas e Componentes

A classificação das estruturas, sistemas e componentes estão em conformidade com os requisitos do apêndice A do 10CFR50 “General Design Criteria for Nuclear Power Plant e apêndice A do 10CFR100 Seismic and Geologic Siting Criteria for Nuclear Power Plant.

Para a classificação das Estruturas, Sistemas e Componentes existe, no MOBA, o procedimento PA-TG 03 - CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA NUCLEAR.

b) Itens não relativos à segurança:

- Item classificados como não relativos diretamente à segurança, mas que sua falha afeta um componente de segurança;
- Itens de qualidade (itens não relacionados à segurança, mas que afetam a disponibilidade da Base de Apoio); e
- ESC monitorados pela Regra de Manutenção (PMEM).

Para inspeção, manutenção, substituição destes itens são seguidos códigos e normas específicos, que são controlados por procedimentos do MOBA, manuais dos componentes (fabricantes), desenhos e outros documentos controlados, sempre atendendo aos requisitos e conceitos de defesa em profundidade.

O SGQ assegura a realização das atividades que influem na qualidade sob condições adequadamente controladas, compreendendo condições ambientais apropriadas, habilitação do pessoal e equipamentos adequados à obtenção da qualidade exigida.

4.1.3 Idioma

Os documentos de garantia da qualidade (PGQ, procedimentos, desenhos), tanto da BNA, como de seus contratados e subcontratados, para as atividades executadas, são escritos, preferencialmente, em português. O uso de idioma diverso do português, para os documentos de garantia da qualidade, só é aceito, nos casos em que a sua tradução compromete a precisão do seu conteúdo, ou é inviável pela extensão do texto, ou por outras características pertinentes à natureza da situação. Vale ressaltar que todos os procedimentos de empresas contratadas são aprovados pela Alta Direção conforme PA-GE 01.

No caso de traduções utilizadas como documentos de garantia da qualidade, é indispensável a verificação de sua conformidade com os documentos originais por pessoas que tenham conhecimento adequado do idioma original e dos aspectos técnicos das atividades a serem realizadas.

As atividades que influem na qualidade são realizadas de acordo com documentos tais como: procedimentos, instruções, planos ou desenhos nos quais devem ser incluídos critérios de aceitação quantitativos e/ou qualitativos para determinar se aquelas atividades foram realizadas de forma satisfatória.

As organizações executoras das atividades que influem na qualidade são desenvolvidas e documentadas em procedimentos periodicamente analisados e atualizados a fim de implementar os SGQ, de maneira planejada e sistemática para as diversas atividades relacionadas com a operação segura e disponibilidade da BNA.

4.1.4 Procedimentos, Instruções e Desenhos

As atividades que influem na qualidade são realizadas de acordo com documentos tais como: procedimentos, instruções, planos ou desenhos com critérios de aceitação.

Antes do início da operação de sistemas e componentes importantes para a segurança, os procedimentos de operação são estabelecidos por escrito. Estes procedimentos são preparados em conformidade com os projetistas e os fornecedores dos ESC, levando-se em consideração os aspectos de garantia da qualidade e os princípios da radioproteção. Estes procedimentos são escritos e revistos por pessoal qualificado, aprovados pela chefia da UO responsável e, após recomendação da Alta direção, pelo Diretor da Base.

Os procedimentos emitidos tratam a BNA, com ou sem o Meio Naval com propulsão Nuclear em suas instalações, sob os diversos tipos de condições, ocorrências operacionais previstas, condições de acidentes de base de projeto e, quando exequível, sob condições de acidentes severos. Esses documentos são escritos de modo que cada ação possa ser prontamente executada, na sequência apropriada, pela pessoa responsável designada para isto.

O Diretor e os Superintendentes asseguram que as instruções e os procedimentos sejam rigorosamente seguidos na operação da Base Naval. O pessoal envolvido na operação do reator e em outras atividades correlatas está totalmente familiarizado com o conteúdo das instruções e procedimentos, por meio de treinamentos periódicos. As atividades são checadas pela chefia da área envolvida.

É estabelecida em procedimento uma sistemática para análise regular de todas as instruções e procedimentos e para comunicação ao pessoal envolvido na operação da BNA, de quaisquer revisões aprovadas. Essa análise regular é realizada nas reuniões técnicas da Alta direção e Diretor da BNA. Toda e qualquer mudança em instruções e procedimentos é realizada via software, evitando o uso de instruções e procedimentos obsoletos.

Qualquer operação ou teste que não seja de rotina e que possa ser planejado antecipadamente, é conduzido de acordo com um procedimento aprovado conforme regras estabelecidas. Quando essa operação ou teste levar a uma violação inesperada de especificações técnicas, o pessoal que supervisiona ou opera os controles do reator está instruído para trazê-lo de volta a uma condição segura.

Depois de um desligamento forçado do reator, a causa do desligamento é determinada pela equipe da BNA (quando o Meio Naval estiver nas instalações da Base) e as deficiências corrigidas na extensão necessária, antes do Submarino convencional com propulsão nuclear retornar ao Mar.

Toda alteração, mesmo que temporária, na configuração física do reator é autorizada, por escrito, de acordo com procedimentos estabelecidos para esse fim, juntamente com o Comandante do Meio e sua equipe de especialistas e comunicado ao ASN para sua ratificação.

Os procedimentos de operação estão contidos no volume II do MOU, conforme o PA-GE 01 são eles:

- Gerais de Operação - PO-G
- Específicos para os Sistemas - PO-S
- Operações Anormais - PO-A
- Operações de Emergência - PO-E
- Operações de Emergências Subsequentes - PO-ES
- Operações de Emergência Contingencial - PO-ECA
- Guias de Mitigação de Eventos Externos além das Bases de Projeto - Alternativa de Implementação Imediata - PO-F
- Guia de Acidente Severo - Ajudas Computacionais - GAS-AC
- Guia de Acidente Severo - Desafios Severos - GAS-DS
- Guia de Acidente Severo - Gerenciamento de Acidentes - GAS-GA
- Guia de Acidente Severo - Sala de Controle - GAS-SC
- Guia de Acidente Severo - Saída dos Guias - GAS-SG

- Árvore de Diagnóstico - D
- Árvore de Estado de Desafios Severos - S
- Funções Críticas de Segurança - Árvores de Estado - F
- Funções Críticas de Segurança - Restauradores de Funções - RF
- Livro de Alarmes - ALB

São consideradas em procedimentos as condições limites para operação quando da retirada de serviço para manutenção, testes, exame, ensaio ou inspeção de itens importantes à segurança e que a remoção, o retorno, as inspeções e testes sejam realizados por pessoas autorizadas a fazê-lo, antes que sua operação normal seja retomada.

Para emissão e controle das Condições Limites de Operação existe o procedimento:

- PA-OG 03 - Condições Limites de Operação.

4.1.5 Avaliação pela Gerência

As unidades organizacionais executoras das atividades que influem na qualidade avaliam, a cada 3 anos (prazo máximo), a adequação e a situação da implementação dos SGQ respectivos, providenciando ações corretivas sempre que forem encontradas condições adversas à qualidade.

Isso inclui:

- a) autoavaliação pelos gerentes, em todos os níveis, dos processos gerenciais sob sua responsabilidade;
- b) a determinação da efetividade de tais processos, no estabelecimento, promoção e consecução dos objetivos da Segurança Nuclear;
- c) a identificação e correção de eventuais pontos fracos e empecilhos aos objetivos da Segurança Nuclear; e
- d) a documentação dos níveis atuais da qualidade e suas respectivas tendências.

Exemplos de procedimentos de Avaliação pela Gerência incluídos no MOBA:

PA-GE 72 - Sistemática de autoavaliação.

PA-QR 11 - Autoavaliação da divisão de química.

PA-RG 15 - Autoavaliação da proteção radiológica.

PA-MG 20 - Avaliação da Performance da Organização de Manutenção.

PA-MA 19 - Autoavaliação do Laboratório de Monitoração Ambiental.

PA-OG 09 - Autoavaliação da Operação.

4.2 Programas de Garantia da Qualidade

O SGQ da BNA está baseado nos requisitos das normas da CNEN e normas internacionais da NRC e da IAEA. Estes requisitos são incorporados em procedimentos. No item 3 - REFERÊNCIAS estão relacionados os principais documentos do SGQ da BNA e que são citados neste PGQ.

As atividades são planejadas, documentadas, registradas e realizadas por pessoal capacitado, qualificado e dependendo da atividade, como por exemplo as atividades de processos especiais, as pessoas são certificadas. As experiências operacionais internas e externas são avaliadas e incorporadas nos procedimentos, processos e rotinas. Existe a busca de melhoria contínua, através do ciclo PDCA. As pessoas são as principais responsáveis por manter o SGQ da BNA, tendo por base que:

- A qualidade é responsabilidade de todos;
- A qualidade é construída por cada pessoa, através do treinamento, conhecimento e atitudes corretas durante a execução das atividades; e
- O pessoal responsável pela verificação do SGQ busca orientar as pessoas visando a melhoria contínua dos processos e da qualidade das atividades executadas.

O PGQ de operação da BNA é o capítulo 17.2 do RFAS. O PGQ também está descrito em forma de procedimento, o PA-GE 30, que é idêntico ao capítulo 17.2 do RFAS. Desta forma, o PGQ está sempre atualizado e, as propostas de mudanças, são levadas para discussão e aprovação da alta direção da BNA. Ou seja, a revisão do PA-GE 30 segue os requisitos do PA-GE 01. Sempre que houver revisão com alteração do PA-GE 30, será emitida uma nova revisão do RFAS CAP 17.2.

Tendo por base os objetivos deste documento, estão incluídos no SGQ da BNA a Segurança Industrial e Medicina do Trabalho e o Monitoramento Ambiental.

a) Segurança Industrial e Medicina do Trabalho

BNA tem o compromisso com a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho de tal maneira que haja melhora nas operações internas e com isso atinja a meta de redução contínua de acidentes.

Atualmente, as bases da Segurança Industrial e Medicina do Trabalho da BNA tem como referência as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho do Brasil e no seu SGQ. A exigente legislação determina que as Organizações demonstrem um compromisso claro e prático com a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho.

BNA está cada vez mais preocupada em alcançar e evidenciar um sólido e constante desempenho em matéria de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), por meio do controle dos respectivos riscos de natureza ocupacional, consistente com a sua política e objetivos da SST.

O Sistema de Suporte à saúde (SSS) é responsável pela segurança industrial e medicina do trabalho da BNA, criando um ambiente de trabalho seguro e saudável por meio de uma estrutura que permite identificar e controlar consistentemente seus riscos à saúde e segurança, reduzir o potencial de acidentes, auxiliar na conformidade legislativa e melhorar o desempenho geral.

A segurança do colaborador e a qualidade do ambiente de trabalho são melhoradas porque os objetivos e as responsabilidades são definidos, e todos os colaboradores são preparados para lidar de forma eficaz com quaisquer riscos futuros.

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) é a forma principal de Participação dos Trabalhadores, com a assistência do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT, conforme exigência legal.

Com relação à Segurança Industrial e Medicina do Trabalho, os principais documentos são:

- Manual de Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional.
- PA-GE 09 - SEGURANÇA E HIGIENE INDUSTRIAL DA USINA - CRITÉRIOS GERAIS
- PA-GE 16 – SOLICITAÇÃO E EXECUÇÃO DE SERVIÇOS
- PA-GE 52 - PROCEDIMENTO PARA CONTROLE DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR
- PA-GE 63 - PLANO DE CONTINGÊNCIA – EMERGÊNCIA COM PRODUTOS QUÍMICOS
- PA-GE 67 - ACESSO DE PESSOAL AO COMPARTIMENTO DO REATOR
- PA-GE 82 - UTILIZAÇÃO DE BLOQUEIOS DE SEGURANÇA
- PA-GE 83 - ATENDIMENTO E REMOÇÃO DE ACIDENTADO
- PA-GE 87 - SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS

Além disso, a BNA disponibiliza formulários e manuais que auxiliam a prevenção de acidentes, assim como no cuidado com a saúde e bem-estar dos empregados:

- Diálogo Diário de Segurança - DDS
- Ficha de Entrega de EPIs
- Formulário para Relatório de Acidente do Trabalho - RAT
- Formulário para Relatório de Quase-acidente - RQA
- Manual de Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional
- Registro de Acidente Trabalho
- Permissão de Entrada e Trabalho - PET
- Manual de EPI

b) Monitoramento Ambiental

A BNA se compromete com a preservação do meio ambiente através de práticas e procedimentos específicos para monitoramento periódico de água e de solo em torno de suas instalações. Nesse contexto, é adotado o procedimento PA-GE 61 - PROGRAMAS DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL DA BNA que define os programas de monitoração ambiental aplicáveis e os procedimentos executivos fazem parte do Volume XVII do MOBA.

Além disso, o programa de monitoração radiológica ambiental é realizado em cais, terminais e fundeadouros, antes, durante e após a estadia de navio com propulsão nuclear.

A BNA possui Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMRP) que estabelece o programa de monitoração dos níveis de radiação no meio ambiente. O SMRP é responsável por monitorar e registrar todos os pontos sensíveis, medição da radiação nas águas, no solo, na fauna e na flora das redondezas da instalação e, quando necessário, determinar a instalação de barreiras de proteção.

Além disso, para cada atracação do navio é realizada medições antes, durante e após a sua estadia, com a finalidade de:

- a) determinar se algum material radioativo foi liberado e se os níveis de radiação aumentaram acima do normalmente existente;
- b) determinar a natureza e a extensão de qualquer liberação;
- c) avaliar os níveis de radiação e de contaminação radioativa no meio ambiente e em volta do navio nuclear;
- d) avaliar a magnitude e a natureza dos riscos resultantes de um acidente; e
- e) determinar quando uma liberação de material radioativo terminou e quando áreas afetadas retornaram às condições normais.

4.3 Organização

4.3.1 Responsabilidades, Autoridades e Comunicações

A estrutura organizacional prevê um número suficiente de gerentes e pessoal qualificados, técnica e administrativamente e de tal forma que tenham a consciência da importância de uma cultura da segurança. No estabelecimento da estrutura são consideradas categorias principais de funções gerenciais que são: estabelecimento de políticas organizacionais, funções operacionais, funções de suporte técnico e de avaliação da segurança operacional.

A estrutura organizacional e as atribuições funcionais são tais que:

- a) a implementação do SGQ envolve tanto os que executam como aqueles que verificam, não sendo atribuição de um único grupo;
- b) a qualidade é obtida pelos responsáveis diretos pela execução da atividade, podendo, essa função, incluir exames, verificações e inspeções realizados pelo próprio executor do trabalho;
- c) a verificação do cumprimento dos requisitos da qualidade, é efetuada por pessoas que não tenham responsabilidade direta pela execução da atividade;
- d) a execução de avaliações independentes da eficácia do SGQ é feita por uma unidade organizacional estabelecida, com responsabilidades integralmente dedicadas a essas avaliações. Tais avaliações independentes consistem em auditorias formais e, conforme apropriado, também de análises críticas dos trabalhos em execução, verificações por amostragem e outros métodos aplicáveis;
- e) as pessoas e organizações com responsabilidade de assegurar que um SGQ adequado seja estabelecido e efetivamente implementado e de verificar que as atividades sejam corretamente executadas, têm autoridade e liberdade organizacional suficientes para identificar problemas relativos à qualidade e iniciar, recomendar ou fornecer soluções além de, quando necessário, iniciar ações para controlar o processamento, a liberação ou instalação de um item não-conforme, deficiente ou insatisfatório, até que a solução adequada seja obtida;
- f) é implementada a alta direção, seguindo regras escritas, com o objetivo de assessorar o diretor da Base em todas as matérias relacionadas com a segurança nuclear, bem como monitorar continuamente as atividades da operação, mantendo-o continuamente ciente e informado das condições gerais dos serviços da Base;

- g) os deveres e responsabilidades de todas as UO e funções do pessoal envolvido na operação da Base, bem como o número de pessoas qualificadas necessárias para o desempenho dessas funções, são estabelecidos por escrito;
- h) as pessoas e organizações que desempenham as funções especificadas nas subseções (c) e (e) acima, se reportam a um nível hierárquico de gerência tal que lhes assegure a autoridade e liberdade organizacional necessárias para o desempenho dessas funções, independentemente da estrutura organizacional e do local onde as atividades que influem na qualidade estiverem sendo executadas;
- i) são estabelecidos programas gerenciais e é realizado o acompanhamento sistemático da implementação dos mesmos;
- j) são providos instalações e serviços necessários ao gerenciamento da BNA;
- k) são estabelecidos canais de comunicação com a CNEN, ASN e outras autoridades públicas, para atender às exigências e requisitos desses órgãos;
- l) são estabelecidos canais de comunicação com empresas de construção, projeto, fabricação e outras organizações, através de bancos de dados nacionais e internacionais, para intercâmbio de informações e experiência operacional. É definida claramente a responsabilidade de cada organização, estabelecidas medidas apropriadas para assegurar as interfaces e a coordenação entre as organizações, bem como a comunicação de informações essenciais por meio de documentação apropriada, identificando os tipos de documentos e fornecendo uma lista de distribuição;
- m) são selecionados, treinados e retreinados todo o pessoal envolvido na operação da Base, qualificando-os para as suas atividades;
- n) são definidas as qualificações requeridas para o pessoal envolvido na operação da Base e manutenção do Meio Naval, levando em consideração os requisitos estabelecidos em normas específicas da CNEN, onde aplicável;
- o) somente o pessoal especificamente designado, que tenha a qualificação necessária e que seja licenciado pela CNEN, é autorizado a executar, controlar e supervisionar quaisquer mudanças nos estados operacionais dos reatores dos Meios Navais com propulsão nuclear nas instalações da BNA;
- p) o pessoal envolvido na operação da BNA e manutenção do Meio Naval é examinado, periodicamente, para assegurar que possui aptidão física compatível com os deveres e responsabilidades a ele atribuídas, de acordo com as normas CNEN aplicáveis.
- q) A gerência da BNA estabelece no item 4.3.2 deste PGQ, as responsabilidades de todo o pessoal envolvido em atividades do programa de manutenção.

- r) É assegurado que o grupo de manutenção trabalha em coordenação estreita com os demais grupos da BNA (operação, radioproteção, garantia da qualidade, proteção contra incêndio, segurança do trabalho). Além disso, o grupo de manutenção da BNA trabalha em parceria com o grupo de manutenção e operação do Meio Naval com propulsão nuclear.

4.3.2 Interfaces Organizacionais

As responsabilidades que cada UO desempenha dentro do organograma institucional estão descritas na tabela abaixo:

ITENS DO PGQ	U.O. RESPONSÁVEL
SGQ	<p>A Diretoria Executiva é responsável por definir as responsabilidades de todas as U.O.s da Base Naval de Apoio.</p> <p>A implementação do SGQ na BNA é de responsabilidade do Diretor e de todas as Superintendências e das U.O.s envolvidas.</p> <p>A Superintendência da Qualidade e Meio Ambiente é responsável pela verificação da implementação do SGQ na BNA</p>
PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE	É de responsabilidade da Garantia da Qualidade a elaboração e revisão do PGQ, bem como a verificação do cumprimento dos requisitos.
ORGANIZAÇÃO	A Diretoria Executiva é responsável por definir o organograma da organização.
TREINAMENTO, QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL E PERFORMANCE HUMANA	<p>Cada U.O. é responsável por elaborar o seu procedimento de treinamento e qualificação tendo por base as competências necessárias para cada atividade.</p> <p>Os treinamentos externos são gerenciados pela Superintendência de Recursos Humanos.</p>

	A Performance Humana das atividades da BNA é gerenciada pela Superintendência de Manutenção e Operação.
CONTROLE DE DOCUMENTOS	O Controle de documentos da BNA é de responsabilidade da Divisão de Controle de Arquivos e Documentos.
PROCEDIMENTOS DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO	São de responsabilidade da Superintendência de Manutenção e da Superintendência de Operação, por meio do Departamento de Manutenção e do Departamento de Operação e Comissionamento.
CONTROLE DE PROJETOS	Os projetos são divididos em três fases: a) Projeto – responsável: Departamento de Projetos b) Montagem – responsável: Superintendência de Manutenção, através do Departamento de Condição Material e Facilidades. c) Comissionamento - responsável: Superintendência de Operação.
CONTROLE/GESTÃO DE SOFTWARES ESSENCIAIS (PROGRAMAS SE REFEREM A SISTEMAS IMPORTANTES À SEGURANÇA.	É de responsabilidade do Departamento de Operação e Comissionamento.
CONTROLE DE AQUISIÇÕES	É de responsabilidade das áreas solicitantes, da Superintendência de Administração e Finanças e do Departamento de Gestão de Sobressalentes e Materiais.
CONTROLE DE MATERIAIS	É de responsabilidade das áreas solicitantes e do Departamento de Gestão de Sobressalentes e Materiais.

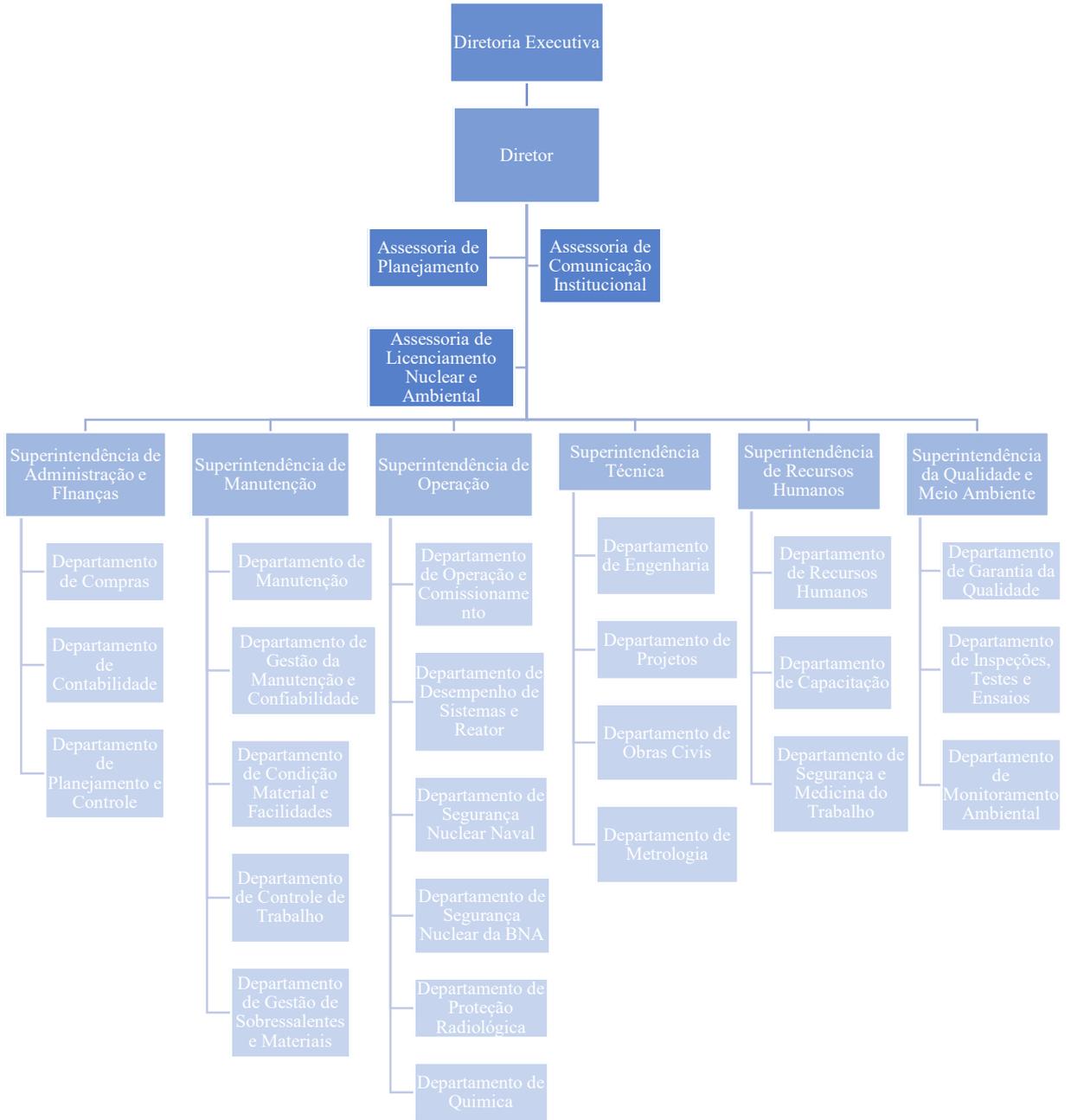
CONTROLE DE PROCESSOS ESPECIAIS	<p><i>In-Service Inspection e In-Service Test</i> realizados no meio Naval são de responsabilidade do Departamento de Departamento de Desempenho de Sistemas e Reator e do Departamento de Operação e Comissionamento.</p> <p>Soldagem, pintura são de responsabilidade da Superintendência de Manutenção, podendo obter apoio do Departamento de Inspeções, Testes e Ensaios.</p> <p>Outros processos especiais como tratamento térmico, brasagem, entre outros, que não são comuns durante a operação da BNA, são avaliados por especialistas do Departamento de Inspeções, Testes e Ensaios.</p>
MANUTENÇÃO	É de responsabilidade da Superintendência de Manutenção.
INSPEÇÕES E TESTES	<p>Inspeções são de responsabilidade do Departamento de Sistemas e Reator com apoio do Departamento de Operação e Comissionamento.</p> <p>Os testes são de responsabilidade das equipes subordinadas à manutenção e operação.</p>
ENSAIOS, EXAMES E PROGRAMAS DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL	Responsabilidade do Departamento de Monitoramento Ambiental e do Departamento de Química.
CALIBRAÇÃO	De responsabilidade do Departamento de Metrologia.

<p style="text-align: center;">CONTROLE DE ITENS NÃO CONFORMES E ESTABELECIMENTO DE AÇÕES CORRETIVAS</p>	<p>Todas as Unidades organizacionais são responsáveis pelo controle de itens não conforme e pelo estabelecimento de ações corretivas.</p> <p>Cabe o Departamento de Garantia da Qualidade checar se as ações corretivas foram implementadas eficazmente.</p>
<p style="text-align: center;">REGISTROS E RELATÓRIOS</p>	<p>Todas as Unidades organizacionais são responsáveis pela emissão de registros e relatórios.</p>
<p style="text-align: center;">AUDITORIAS</p>	<p>É de responsabilidade da Superintendência da Qualidade e Meio Ambiente e do Departamento de Garantia da Qualidade.</p>
<p style="text-align: center;">CONSERVAÇÃO PREVENTIVA</p>	<p>É de responsabilidade de todas as U.O.s.</p>
<p style="text-align: center;">GERENCIAMENTO DE PARADAS PARA RECARREGAMENTO DO MEIO COM PROPULSÃO NUCLEAR</p>	<p>É de responsabilidade da operadora do Meio Naval em conjunto com o Departamento de Controle de Trabalho da BNA.</p>
<p style="text-align: center;">GERENCIAMENTO DO NÚCLEO DO REATOR E MANUSEIO DOS ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS</p>	<p>É de responsabilidade da Superintendência de Operação em conjunto com o Departamento de Operação e Comissionamento, o Departamento de Desempenho de sistemas e reator.</p>
<p style="text-align: center;">RADIOPROTEÇÃO</p>	<p>É de responsabilidade do Departamento de Proteção Radiológica.</p>
<p style="text-align: center;">GERENCIAMENTO DE EFLUENTES E REJEITOS RADIOATIVOS</p>	<p>É de responsabilidade do Departamento de Operação e do Departamento de Proteção Radiológica.</p>
<p style="text-align: center;">PREPARAÇÃO PARA EMERGÊNCIAS</p>	<p>É de responsabilidade da Superintendência de Operação</p>
<p style="text-align: center;">PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO</p>	<p>É de responsabilidade da Divisão de Segurança</p>

ANÁLISE DA OPERAÇÃO E DA EXPERIÊNCIA OPERACIONAL	É de responsabilidade da Superintendência de Operação.
GERENCIAMENTO DO RISCO	<p>É de responsabilidade do Departamento de Operação e Comissionamento atender aos requisitos das Especificações Técnicas durante a parada do reator nas instalações da Base Naval.</p> <p>É de responsabilidade da Divisão de Segurança Nuclear Naval as Análises Probabilísticas de Segurança durante: a operação do Meio Naval e manutenção do Meio Naval nas instalações da Base.</p>

4.3.2.1 Organograma

Figura 13 – Organograma da BNA



Fonte: Elaboração própria.

4.3.2.2 Responsabilidades específicas

I. Diretor

É o responsável pela implementação deste PGQ, com o objetivo de prover recursos adequados à efetiva implementação do sistema de garantia da qualidade na BNA e demonstrar compromisso com o sucesso desse sistema.

II. Superintendentes e Chefes de Departamento

São responsáveis por proporcionar suporte adequado à efetiva implementação do SGQ e por demonstrar o seu comprometimento com o sucesso desta implementação, promovendo o planejamento, a direção e a alocação de recursos materiais e de pessoal para se atingir os objetivos da qualidade e de segurança da operação da BNA e durante o comissionamento e testes do Meio Naval com propulsão nuclear.

São responsáveis por avaliar, a intervalos regulares, a adequação e a situação da implementação da parte que lhes é pertinente do SGQ, providenciando ações corretivas, sempre que forem encontradas condições adversas à qualidade, bem como tomando atitudes que proporcionem a melhoria dos processos sob a sua responsabilidade.

III. Garantia da Qualidade

É responsável pela avaliação da efetividade da aplicação dos critérios gerais do Programa e do Sistema de Garantia da Qualidade, através de auditorias e monitorações da qualidade. Reportar-se a um nível hierárquico apropriado, assegurando desta forma a autoridade e liberdade organizacional suficientes para: Identificar problemas referentes ao não atendimento do SGQ, contribuir para obter soluções e acompanhar o processamento da resolução destes problemas até a solução adequada, realizar análises/pareceres independentes dos diversos processos/atividades da BNA.

IV. Comissão de Revisão de Operação da Base (CROB)

Tem como objetivo assessorar o Diretor da BNA em todas as matérias relacionadas com a segurança nuclear, bem como monitorar continuamente as atividades de operação da BNA e de manutenção e comissionamento do Meio Naval, mantendo-o ciente e informado.

V. Departamento de Manutenção

As atribuições do Departamento de Manutenção são:

a) Execução do Programa de Manutenção Preventiva, Corretiva, Preditiva etc.

b) Garantir a confiabilidade e disponibilidade da BNA e do Meio Naval com propulsão nuclear, mantendo os equipamentos e sistemas dentro dos parâmetros de projeto, sem o comprometimento da qualidade e segurança.

c) Providenciar pessoal habilitado para a execução dos serviços, tanto para execução do Programa de Manutenção como para as atividades executadas pela Equipe de Reparos Imediatos

d) Gerenciar, elaborar e manter atualizados os procedimentos constantes no MOBA, a fim de satisfazer os requisitos da Licença de Operação e das especificações técnicas.

VI. Chefe da Equipe de Reparos de Emergência

Coordenação da equipe de reparos, bem como suportar as demais equipes que fazer parte da Escala de sobreaviso da BNA.

VII. Membro da Equipe de Reparos de Emergência

Execução de tarefas relativas ao seu posto de trabalho e sua área de atuação, bem como apoiar outras as demais equipes, durante condições de emergência.

VIII. Supervisor da Equipe de Reparos Imediatos (ERI)

a) Promover e facilitar a atuação das equipes e grupos de trabalhos dos demais departamentos de manutenção.

b) Quando necessário, definir a necessidade de preparativos para a execução da tarefa (andaimes, isolamento térmico, sobressalentes)

c) Supervisionar a execução das tarefas de sua área, promovendo obediência as normas de segurança industrial e proteção radiológica, visando a minimização de riscos e atendimentos aos critérios ALARA.

d) Acompanhar o planejamento dos serviços, assistir tecnicamente as atividades de manutenção e analisar as falhas encontradas, a interpretação de resultados de testes e providencias para as correções necessárias.

IX. Líderes da Equipe da ERI

a) Definir a necessidade de preparativos para a execução da tarefa (andaimes, isolamento térmico, sobressalentes)

b)Fazer cumprir os prazos estabelecidos para execução dos serviços, revisão de procedimentos, apoio em preparação de planejamento e pacotes de manutenção etc.

c)Garantir a execução de treinamentos especificados para membros do seu grupo de trabalho, verificando a presença e posterior aproveitamento deles.

d)Auxiliar o técnico de manutenção a todas as dificuldades observadas durante a execução do trabalho.

X. Técnico da equipe de ERI

a)Executar as atividades de manutenção em conformidade com os procedimentos e instruções aplicáveis a cada equipamento, garantindo total e completa aderência aos procedimentos que estabelecem as práticas e poderes da manutenção;

b)Fazer os registros e histórico dos equipamentos trabalhados; e

c)Atuar como encarregado de Serviços das licenças de trabalho (LT) executadas pela equipe de reparos imediatos

As responsabilidades e outras atribuições de todo o pessoal envolvido no programa de manutenção estão mais detalhadas nos procedimentos PA-MG 01 - Atribuições e Responsabilidades de Manutenção.

XI. Trabalhador em Geral

São os responsáveis básicos pela obtenção da qualidade nas tarefas a serem executadas diariamente. São responsáveis, quando executando tarefas, de manter uma atitude questionadora, seguindo os ditames da cultura de segurança.

Além disso, são responsáveis por levar em consideração os aspectos técnicos das atividades a serem realizadas, de forma a se assegurar a identificação e o cumprimento de procedimentos, normas aplicáveis, códigos, padrões, especificações e boas práticas de engenharia.

4.3.2.3 Estrutura de documentos

A BNA possui, em sua estrutura de documentos, o Organograma Institucional e o Manual de Organização (MO) disponíveis na INTRANET, ou seja, todos os funcionários têm acesso a estes documentos. O Manual de Organização descreve as responsabilidades de cada Unidade Organizacional.

De maneira a complementar o MO, existem os procedimentos administrativos que definem a estrutura organizacional da BNA, no Volume I do MOBA, conforme definido no PA-GE 01 (Manual de Operação da Base Naval), subdividindo-se em:

- a) PA-GE – Procedimentos administrativos gerais.
- b) PA-XG – Procedimentos administrativos gerais das áreas, onde X identifica a área.
- c) PA-XY – Procedimentos administrativos específicos das áreas, onde XY identifica a área designada para cada área.

Os procedimentos gerais (PA-GE) tratam de assunto de conhecimento obrigatório de todo o quadro de empregados e prestadores de serviços da Usina, independentemente da especialidade.

Os procedimentos administrativos gerais das áreas (PA-XG), tratam de assuntos cujos objetivos estão vinculados às atribuições e responsabilidades da unidade organizacional em interação com outras unidades organizacionais. A obrigatoriedade do conhecimento das regras definidas por estes procedimentos é exigida para as pessoas envolvidas com o assunto, independentemente da área que pertençam.

Os procedimentos administrativos específicos das áreas (PA-XY), tratam de assuntos internos a cada unidade organizacional. A obrigatoriedade de conhecimento é indicada apenas às pessoal da área responsável pelo procedimento.

Além disso, o PA-GE 02 - Organização e Responsabilidades. Onde está definida a estrutura organizacional da Base, bem como as atribuições e as responsabilidades administrativas e técnicas das unidades que compõem a organização. A lista de distribuição dos documentos é realizada pelo controle de documentos deste PGQ.

4.3.3 Seleção e Treinamento de Pessoal

- a) Programas de treinamento e procedimentos são estabelecidos visando o treinamento do pessoal envolvido em atividades que influem na qualidade, bem como o retreinamento, para que seja mantida a proficiência do pessoal.
- b) O pessoal responsável por atividades que influem na qualidade é qualificado com base na escolaridade, experiência e proficiência necessárias para desenvolver as atividades sob sua responsabilidade.
- c) São emitidos certificados individuais pelo Treinamento, declarando estar o funcionário apto para exercer sua função. Os documentos comprobatórios e certificados de treinamento são controlados e arquivados para posteriores auditorias.

O Procedimento do MOBA que contempla todos estes requisitos é o PA-GE 15 – Programa de treinamento e qualificação de pessoal – Critérios Gerais. Assim como os procedimentos do Volume XII – Treinamento Qualificação e Retreinamento. Além disso, existem procedimentos de qualificação e certificação de pessoal para Processos Especiais e procedimentos específico de qualificação e treinamento de pessoal em cada UO.

Para treinamento dos operadores licenciados, são adotados os requisitos das normas CNEN-NN-1.01 (Licenciamento de Operadores de Reatores Nucleares) e CNEN-NE-1.06 (Requisito de saúde para Operadores de Reatores Nucleares).

Somente o pessoal especificamente designado, que tenha a qualificação necessária e que seja licenciado pela CNEN de acordo com a Norma CNEN-NE-1.01 “Licenciamento de Operadores de Reatores Nucleares”, é autorizado a executar, controlar e supervisionar quaisquer mudanças nos estados operacionais do Meio Naval, estando ele atracado ou docado na BNA.

O pessoal envolvido na operação da BNA e manutenção do Meio Naval é examinado, periodicamente, para assegurar que possuem aptidão física compatível com os deveres e responsabilidades a eles atribuídos, de acordo com as Normas CNEN-NE-1.06 “Requisitos de Saúde para Operadores de Reatores Nucleares” e CNEN-NE-3.01 “Diretrizes Básicas de Radioproteção”, onde aplicável.

No caso de supervisores de radioproteção, são adotados os requisitos da norma CNEN-NN-7.01 (Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica).

Para treinamento de inspetores de ensaios não-destrutivos, são adotados os requisitos da CNEN NN 1.17 (Qualificação de Pessoal e Certificação para Ensaios Não-destrutivos em Itens de Instalações Nucleares) e normas internacionais conforme requisitos do ASME Seções III e XI.

Além do treinamento e qualificação de pessoal, BNA possui o procedimento PA-GE 69 (Performance Humana - Diretrizes Gerais) para estabelecer os princípios básicos de comportamento e desempenho humano e atribuir as responsabilidades necessárias visando o contínuo aprimoramento da Performance Humana, que define quais ferramentas de prevenção de erro humano são utilizadas.

As ferramentas e técnicas de Performance Humana descritas neste procedimento são baseadas nos seguintes princípios:

- As pessoas são falíveis e mesmo as mais qualificadas podem cometer erros.
- As situações propícias as ocorrências de erros podem ser reconhecidas, controladas e evitadas.
- Processos e valores organizacionais influenciam o comportamento individual.
- As pessoas alcançam altos níveis de performance se forem encorajadas e obtiverem apoio dos chefes, supervisores e subordinados.
- Erros podem ser minimizados através da compreensão das razões pelas quais ocorrem e da aplicação das lições aprendidas a partir de erros e eventos que aconteceram, para que não haja a recorrência deles.

4.4 Controle de Documentos

A BNA possui uma pirâmide de documentos que descreve a hierarquia implementada na organização.

Figura 14 – Pirâmide de Documentos da BNA



Fonte: Elaboração própria.

Para a BNA, o documento mais importante para a operação é o MOBA, de acordo com o PA-GE 01 (Organização do Manual de Operação da Base de Apoio). O MOBA é dividido em volumes, onde:

Quadro 1– Volumes do Manual de Operação da Base de Apoio.

Volume	Procedimentos	Procedimentos	Área Responsável
I	Administrativos Gerais (PA-GE)		Diretor da Base
	Administrativos Gerais	Administrativos Específicos	
	PA-OG	PA-OP	Departamento de Operação
	PA-QG	PA-QR	Departamento Química
	PA-RG	PA-PR	Proteção Radiológica
	PA-TG	PA-TE	Desempenho de Sistemas e Reator
	PA-MG	PA-ME	Superintendência de Manutenção
	PA-NG	PA-SN	Segurança Nuclear da Base
	PA-SG	PA-NN	Segurança Nuclear Naval
	PA-AG	PA-MA	Monitoração ambiental
	PA-PG	----	Departamento de Controle do Trabalho
---	PA-RP	Reator e performance	
II	Operação		Departamento de Operação
III	Química e Radioquímica		Departamento de Química
IV	Reator e Performance		Departamento de Desempenho de Sistemas e de Reator
V	Manuseio do Combustível Nuclear		Departamento de Desempenho de Sistemas e de Reator
VI	Instrumentação e Controle		Departamento de Manutenção
VII	Manutenção Mecânica e Elétrica		Manutenção, Gestão de Manutenção e Confiabilidade, Condição Material e Facilidades, Desempenho de Sistemas e Reator e Controle de Trabalho
VIII	Proteção Radiológica		Departamento de Proteção Radiológica
IX	Operação do Meio Naval		Departamento de Operação e Comissionamento
X	Inspeção e Testes Periódicos		Operação, Manutenção, Gestão de Manutenção e Confiabilidade, Desempenho de Sistemas e Reator, Química e Proteção Radiológica
XI	Gerenciamento de risco		Operação, Manutenção e Garantia da Qualidade
XII	Treinamento e Retreinamento		Departamento de Treinamento
XIII	Proteção Física		Divisão de Segurança Empresarial
XIV	Emergência		Superintendência de Operação e Diretor da Base
XV	Garantia da Qualidade		Superintendência da Qualidade e Meio Ambiente
XVI	Plano de Proteção Contra Incêndio		Diretor da Base
XVII	Monitoração Ambiental		Departamento de Monitoramento Ambiental

Os documentos utilizados nas atividades que influem na qualidade são preparados, analisados, aprovados, liberados, distribuídos e alterados de acordo com regras preestabelecidas em procedimentos do volume I do MOBA.

- PA-GE 01 -Organização do Manual de Operação MOBA - Critérios para Elaboração de Procedimentos.
- PA-GE 03 -Documentação Normativa - Sistemática de Controle.
- PA-TG 10 -Alteração das especificações técnicas
- PA-TG 12 -Alterações de Setpoint e de Ranges de Instrumentos

Os desenhos são alterados conforme procedimentos de responsabilidade da Superintendência Técnica e são controlados de acordo com o PA-GE 03. Atualmente os desenhos ficam disponíveis no software de controle de documentos (SISDOC).

Estes procedimentos incluem a identificação de todas as pessoas ou organizações responsáveis pelas tarefas especificadas acima, estabelece medidas para assegurar que as pessoas participantes de uma atividade conheçam e usem os documentos corretos e apropriados para a sua realização e que sejam informados da existência de alterações.

As alterações em documentos são analisadas e aprovadas pela mesma organização ou pessoas que realizaram a análise e aprovação dos documentos originais, sendo que estas alterações são identificadas no documento e os documentos obsoletos são adequadamente identificados ou descartados.

A organização ou pessoas responsáveis pela análise, aprovação e alteração dos documentos têm acesso às informações necessárias nas quais possam basear sua análise e aprovação.

Foi estabelecido na BNA um software de controle de documentos – SISDOC, que fica disponível na INTRANET, ou seja, todos os funcionários têm acesso aos documentos do SGQ da BNA. Cabe a Superintendência Técnica a responsabilidade desse sistema.

4.4.1 Procedimentos Administrativos da Manutenção

Através do Controle de Documentos do item 4.4, é estabelecido controle administrativos para a implementação do programa de manutenção.

Todos os controles administrativos implementados pela BNA incluem requisitos necessários para a realização da manutenção. Esses controles são efetuados por meio de procedimentos escritos.

4.4.2 Instruções e Procedimentos de operação

As instruções e os procedimentos do Meio Naval são preparados em conformidade com os projetistas e os fornecedores do Navio, levando-se em consideração os aspectos de garantia da qualidade e os princípios da radioproteção.

Essas instruções e procedimentos são incorporados no Manual de Operações da BNA e devidamente arquivados, para que ela seja capaz de executar os serviços de manutenção.

A gerência da BNA assegura que as instruções e os procedimentos sejam rigorosamente seguidos na operação da Base. Ela também assegura que os procedimentos de operação do meio naval também são de conhecimento do BNA.

O pessoal envolvido na manutenção do Meio Naval está totalmente familiarizado com o conteúdo das instruções e procedimentos atualizados de operação do Meio Naval, específicos para suas atividades.

É estabelecida uma sistemática para análise regular de todas as instruções e procedimentos e para comunicação ao pessoal envolvido na operação e manutenção do Meio Naval, de quaisquer revisões aprovadas.

Todas as alterações nas instruções adotadas no meio naval são repassadas para o Diretor da BNA e a Alta direção, para que as equipes de manutenção estejam cientes das mudanças ocorridas.

4.4.3 Escopo dos procedimentos administrativos

No estabelecimento de procedimentos administrativos da manutenção pela BNA, são levados em consideração:

- a) critérios e procedimentos gerais de trabalho de manutenção;
- b) elaboração e controle da distribuição de procedimentos;
- c) análise e revisão de procedimentos;
- d) autorização para execução de trabalho;
- e) permissão para isolamento de equipamentos;
- f) permissão de trabalho com radiação;
- g) medidas de prevenção contra incêndio;
- h) modificações da Base ou do Meio Naval;
- i) treinamento e qualificação do pessoal de manutenção;
- j) controle de peças e materiais;
- k) programa de lubrificação;

- l) medidas de radioproteção;
- m) nomenclatura, localização e identificação de equipamentos;
- n) programa de manutenção preventiva;
- o) elaboração e coleta de registros;
- p) retenção de registros;
- q) procedimentos técnicos de manutenção; e
- r) planejamento de trabalho em paradas do Meio Naval.

Além disso, é levado em consideração:

- a) definição de responsabilidade entre as pessoas que realizam manutenção e as de outras áreas envolvidas com a manutenção;
- b) estabelecimento de um sistema que controle a documentação apropriada tal como licença de trabalho, isolamento de equipamentos, licença de trabalho radiológico etc.;
- c) providências para uma indicação direta do equipamento que não estiver disponível para operação, incluindo, quando apropriado, identificação adequada e quaisquer outras medidas para evitar entrada não intencional do equipamento em serviço; e
- d) quando for empreendido trabalho em áreas controladas, cumprimento dos requisitos estabelecidos nas normas de radioproteção da CNEN em vigor.

A BNA estabelece os procedimentos PA-MG 01 Atribuições e responsabilidades, PA-MG 05 Programa de Manutenção preventiva, PA-MG 08 Padrões e Objetivos da Manutenção, PA-GE 16 Solicitação e execução de serviços e outros procedimentos administrativos e técnicos do Volume VII (Manutenção Mecânica e Elétrica) que levam em consideração os itens acima.

Os procedimentos técnicos de Manutenção serão detalhados no tópico 4.14 deste documento.

4.5 Controle de Projeto

Todas as inclusões de novos sistemas e modificações de projeto da BNA são avaliadas pelas diversas UO da Base e pela CROB, antes de aprovadas pelo Diretor da Base, quanto às consequências técnicas destas alterações, envolvendo aspectos tais como proteção radiológica, acessibilidade para inspeções em serviço, manutenção e impacto nos procedimentos.

Todas as inclusões de novos sistemas e modificações de projeto no meio naval são repassadas para a BNA para evitar algum incidente durante os serviços de parada, manutenção e religamento do reator do Navio.

São estabelecidos procedimentos referentes à inicialização dos processos de modificação, bem como de questionamento de problemas surgidos durante o processo de implementação da modificação, questionamentos estes a serem dirigidos ao órgão de engenharia.

Modificações em sistemas e equipamentos envolvidos com a segurança nuclear, consistindo em substituição total ou parcial por sistemas computacionais, são realizadas de acordo com procedimento que prevê a verificação independente, validação e a devida documentação. As informações referentes a modificações de projetos são transmitidas a todo pessoal cujas atividades forem por elas influenciadas.

É incluído no Relatório Anual de Operação a lista de todas as modificações de projeto implementadas no período. As informações desta lista contêm, no mínimo:

- a) o número e o código de identificação da modificação;
- b) os itens afetados;
- c) a classificação como alteração técnica ou não;
- d) a descrição sucinta da modificação e sua razão; e
- e) o número da revisão do RFAS em que a modificação foi incluída e os capítulos afetados.

As modificações de projeto do Meio Naval que sejam classificadas como alterações técnicas que influem na segurança, conforme definição do órgão licenciador, devem ser submetidas à BNA e ao ASN para que essas modificações não alterem a condução da manutenção

Com relação as modificações de projeto da BNA, as alterações técnicas que influem na segurança, conforme definição da CNEN, devem ser submetidas ao CROB e após aprovação do CROB, deve ser encaminhada à CNEN.

São aplicadas, conforme a natureza da instalação, medidas de controle de projeto a tópicos tais como:

- d) radioproteção;
- e) física de reatores;
- f) análises térmica, hidráulica, sísmica, de tensão e de acidente;
- g) compatibilidade de materiais;

- h) acessibilidade para inspeção em serviço, manutenção e reparo;
- i) estabelecimento de critérios de aceitação para inspeções e testes;
- j) Análise de segurança; e
- k) Análise probabilística de segurança.

Entre outras análises dependendo do projeto.

As modificações de projeto para serem consideradas operáveis são submetidas a um processo formal de testes. As modificações de projeto da BNA passam por um processo de testes, assim como o as modificações decorrentes de manutenção do Meio Naval de propulsão nuclear deverão passar por testes durante seu comissionamento.

Devem ser documentadas as modificações executadas para:

- a) corrigir falhas de componentes descobertas durante a manutenção;
- b) reparar componentes após falhas em operação;
- c) reduzir a frequência de falhas;
- d) melhorar a segurança e as condições de manutenção e/ou de operação;
- e) substituir um item por outro, não idêntico;
- f) alterar pontos de ajuste; e
- g) alterar procedimentos.

O Processo de Modificação de Projeto na BNA envolve muitas interfaces, por isso existem procedimentos do MOBA e procedimentos desenvolvidos pelo Departamento de Engenharia.

Principais procedimentos do MOBA:

- PA-GE 13 - Modificação de Projeto da Base
- PA-TE 01 - Critérios para Execução de uma Avaliação Técnica
- PA-TE 03 - Procedimento para Montagem e Processamento da Documentação de Modificação de Projeto. (Volume I)
- PA-TG 12 - Alterações de Setpoint e de Ranges de Instrumentos. (Volume I)
- PA-TG 13 - Processo de Solicitação de Modificação Temporária. (Volume I)
- PA-TG 14 - Comissionamento de Sistema e Equipamentos. (Volume I)
- PA-TG 28 - Categorização de Modificações de Projeto. (Volume I)

- PA-TG 39 - Avaliação de Propostas de Solicitações de Modificações Permanentes. (Volume I)

4.6 Controle de Aquisições

4.6.1 Requisitos Gerais

As atividades referentes à aquisição de itens e serviços são controladas por procedimento que garante que as exigências dos órgãos reguladores, bases de projeto, normas, códigos, especificações e outras exigências necessárias para garantir a qualidade requerida sejam levadas em consideração nos documentos a serem emitidos. No caso destes documentos serem transpostos para documentos de aquisição, eles refletirão os requisitos do documento de requisição.

4.6.1.1 Conteúdo dos documentos de Aquisição

Os documentos de aquisição de itens e serviços incluem, no mínimo, conforme seja aplicável:

- a) definição do escopo do trabalho a ser realizado pelo fornecedor;
- b) requisitos técnicos e da qualidade especificados por referência a documentos tais como normas, códigos e exigências da CNEN e ASN, procedimentos, instruções e especificações, incluindo as revisões ou edições aplicáveis que descrevem os itens ou serviços;
- c) requisitos de ensaio/testes, inspeção e aceitação e quaisquer instruções e exigências especiais para essas atividades;
- d) cláusulas para acesso às instalações e registros do fornecedor para fins de inspeção e auditoria na fonte, quando for decidida a necessidade de tal inspeção e auditoria;
- e) identificação das exigências de Garantia da Qualidade aplicáveis aos itens ou serviços a serem adquiridos;
- f) identificação da documentação exigida, tais como, instruções, procedimentos, especificações e registros de inspeções e testes, e outros registros de garantia da qualidade a serem preparados e submetidos à análise e aprovação do comprador;
- g) cláusulas para que sejam efetuadas, de maneira controlada, a distribuição, retenção, manutenção e destinação dos registros de Garantia da Qualidade;

- h) requisitos para relatar e aprovar a destinação das não-conformidades, incluindo a notificação ao comprador sobre os itens não conformes aceitos, que envolvam desvios em relação aos requisitos de aquisição;
- i) cláusulas para estender os requisitos aplicáveis a subcontratadas e a seus fornecedores, incluindo o acesso do comprador às suas instalações e registros; e
- j) cláusulas para especificar o prazo da submissão dos documentos referidos na alínea f).

Quando solicitada a participação de órgãos da Base na avaliação e seleção de fornecedores, esta será realizada seguindo procedimento, que determine as ações necessárias para avaliar a capacidade do contratado fornecer os itens e serviços, de acordo com os requisitos dos documentos de aquisição.

Para garantir a conformidade dos itens e serviços adquiridos com os documentos de aquisição, medidas são incluídas para garantir o exame na entrega, podendo se fazer uso também de inspeções e auditorias nas instalações do contratado.

Para o controle de aquisições, foi estabelecido o procedimento PA-GE 75 - Materiais - Critérios Gerais que regulamenta a sistemática de controle de aquisições.

4.6.2 Avaliação e Seleção de Fornecedores

Na seleção de fornecedores é avaliada a sua capacidade de fornecer itens ou serviços de acordo com os requisitos dos documentos de aquisição.

A avaliação do fornecedor inclui, conforme o caso:

- a) o uso de dados históricos de desempenho da qualidade em atividades de aquisição similares;
- b) o uso de documentos comprobatórios da qualidade atual do fornecedor, apoiados em informações, quantitativas ou qualitativas, que possam ser avaliadas objetivamente;
- c) a avaliação na fonte, da capacidade técnica e do sistema da qualidade do fornecedor; e
- d) a avaliação de produtos por amostragem seletiva.

A responsabilidade da avaliação de fornecedores é da Superintendência da Qualidade e Meio Ambiente.

Para a qualificação de fornecedores, os procedimentos são:

- PA-GQ 08 - Qualificação de Fornecedores.

- PA-GQ 09 - Elaboração de Plano da Qualidade e de Sistema de GQ por Fornecedores.
- PA-GQ 12 - Atuação do Especialista Técnico na Qualificação de Fornecedores.
- PA-GQ 03 - Avaliação de Fornecedores através do NUPIC.

A lista de fornecedores qualificados é constantemente atualizada e disponibilizada da Intranet.

4.6.3 Controle de Itens e Serviços Adquiridos

Os itens e serviços adquiridos, a fim de assegurar a conformidade com os documentos de aquisição, estão sujeitos a um controle sob a forma de medidas tais como:

- a) evidência objetiva da qualidade, fornecida pelos contratados;
- b) inspeção e auditoria na fonte; e
- c) exame do produto na entrega.

Todos os fornecedores precisam ser qualificados, e devem possuir um sistema de garantia da qualidade caso o item fornecido seja classe nuclear ou possuir um sistema de gestão da qualidade/plano de qualidade caso o item não seja classe nuclear. O fornecedor de itens classe não nuclear pode ter certificação ISO 9001 e ser aceito mediante a apresentação do certificado.

Ademais, uma visita técnica pode ser realizada pelo Departamento de Garantia da Qualidade junto com o pessoal da área técnica envolvida nas instalações do fornecedor, principalmente se ele não for um fornecedor cadastrado no banco de dados da BNA. Todos os produtos que são entregues são checados pelo almoxarifado e pela equipe que irá realizar o serviço.

Amostras de material, caso aplicável, são guardadas por determinado prazo em local combinado, bem como controladas para permitir exames posteriores, em casos de itens que influem na segurança nuclear.

A evidência documental de que os itens adquiridos estão em conformidade com os documentos de aquisição estão disponíveis antes da instalação ou uso, no local da instalação, e são suficientes na demonstração de todos os requisitos aplicáveis. Todos os serviços executados na manutenção possuem um Pacote de Execução de serviços, que consiste em um conjunto de documentos, previsão de mão de obra, ferramentas necessárias, sequência de tarefas e dados sobre os itens a serem utilizados. O procedimento PA-GE 16 – Solicitação e Execução de Serviços estabelece toda a metodologia para que os itens adquiridos sejam corretamente empregados.

A evidência documental, referida na subseção anterior, estão na forma de um certificado de conformidade que identifique os requisitos satisfeitos pelo item. Caso isso não seja possível, um checklist pode ser aplicado para garantir que o item solicitado atende a todos os requisitos estipulados no documento/contrato de aquisição.

4.6.4 Aquisição recebimento e armazenagem

Os sobressalentes satisfazem as mesmas normas técnicas e os mesmos requisitos de garantia da qualidade que os itens equivalentes instalados na BNA ou no Meio Naval com propulsão nuclear, mas com requisitos adicionais para assegurar proteção adequada durante armazenagem por longo tempo.

Os seguintes fatores devem ser considerados na aquisição de sobressalentes: a) número e importância de itens da BNA que possam estar sujeitos a falhas sérias; b) as incertezas em futuro suprimento de peças e componentes atualmente disponíveis; c) a duração estimada de reparos em um item comparada com a indisponibilidade do item permitida pelos limites e condições operacionais; e d) vida de prateleira do item.

O setor de aquisições da BNA adquire materiais e itens apenas de fornecedores qualificados.

Além disso, é assegurado na ocasião da aquisição de um item que os requisitos técnicos e de garantia da qualidade foram atualizados e incorporados em documentos de aquisição.

O Sistema de Manutenção e Reparo (SMC) e o Sistema de Manutenção Nuclear (SMN) dispõem de instalações adequadas para recebimento, de todos os materiais, peças e componentes sobressalentes para itens importantes à segurança. Esses sistemas possuem área segura e separada para guarda temporária de sobressalentes ainda não liberados para armazenagem ou distribuição final.

A BNA possui um procedimento para controle do processo de recebimento e de aceitação de itens. A responsabilidade pelos almoxarifados é do Departamento de Manutenção.

O procedimento de recebimento também prevê que os itens, se aceitos, sejam distribuídos ou colocados em área designada para itens conforme ou, se rejeitados, sejam enviados para armazenagem temporária como itens não conformes.

Os almoxarifados e depósitos do SMC e SMN possuem espaço adequado para evitar diminuição da qualidade por efeitos externos ou deterioração. Além disso, os sobressalentes

adquiridos os almoxarifados são examinados e auditados regularmente, para detectar deterioração ou utilização não autorizada de itens armazenados.

4.6.5 Dedicção de itens

Devido à falta de itens sobressalente qualificados no mercado, a BNA pode adquirir itens dedicados ou dedicar itens, ou seja, utilizar itens comerciais em aplicações da área nuclear. O processo de dedicção de itens de categoria comercial (CGI – “Commercial Grade Item”) se devidamente conduzido, fornece garantia razoável para que um item de classe comercial possa ser usado como um componente básico (BC – “Basic Components”) e executar a função de segurança pretendida e, sendo assim, é considerado equivalente a um item projetado e fabricado de acordo com os requisitos do 10 CFR 50 Apêndice B.

Os requisitos para o processo de dedicção são descritos no 10CFR21.

O processo de dedicção de CGI tem sido amplamente utilizado, nos EUA, principalmente para componentes mecânicos, elétricos, entre outros, relativamente simples, e ou componentes e peças de reposição. A fim de fornecer orientações para o processo de dedicção, o EPRI (Electric Power Research Institute) publicou alguns documentos para apoiar as indústrias.

O processo de dedicção pode ser conduzido pela BNA ou por uma terceira parte (entidade dedicadora). Para dedicção, as normas da NRC (United States Nuclear Regulatory Commission) são adotadas em conjunto com as regras da CNEN.

A norma de Garantia da Qualidade para instalações nucleoeletricas, no Brasil, é a CNEN-NN-1.16, que atende os 18 requisitos básicos descrito no 10CFR50 Apêndice B. No caso da empresa dedicadora ser nacional, os requisitos da CNEN-NN-1.16 devem ser adotados.

A BNA estabelece o procedimento PA-TG 30 – Dedicção de item grau comercial destinado ao uso em itens importantes à segurança, utilizado como guia no processo de dedicção de itens.

4.6.6 Aquisição de Elementos combustíveis

Para aquisição dos Elementos Combustíveis, também, são adotados os requisitos da norma CNEN NE 1.27.

Os documentos de Aquisição exigem que o projetista e o fabricante de elementos combustíveis tenham um Sistema de Garantia da Qualidade implantado e consistente com os

requisitos particulares desta Norma e com aqueles da Norma CNEN-NN-1.16 - "Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e Outras Instalações".

Para verificar o cumprimento dos requisitos de fornecimento dos Elementos Combustíveis, a BNA faz auditorias e monitoração da qualidade, assim como visitas técnicas pelo especialista técnico durante todo o processo de fabricação e fornecimento.

Os elementos combustíveis ficam armazenados no Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN) da BNA. Esse sistema é concebido para evitar a formação de massa crítica, evitando a liberação de elementos radioativos de forma acidental e possui meios para transportar os elementos combustíveis até o Meio Naval. A BNA possui um procedimento específico para Aquisições e Armazenamento de Combustíveis novos.

4.7 Controle de Materiais

Para garantir a identificação e controle de materiais, peças e componentes, são definidas medidas em procedimento, para assegurar que, durante a armazenagem, instalação e uso, a identificação do item seja mantida.

São definidas também medidas que estabeleçam o controle de manuseio e armazenagem de itens, incluindo limpeza, preservação e medidas especiais voltadas para equipamentos sensíveis, críticos e deterioráveis.

Com relação às peças sobressalentes e outros itens, a BNA conta com o apoio do Sistema de Manutenção Convencional (SMC) e do Sistema de Manutenção Nuclear (SMN).

O SMC tem como objetivo realizar a manutenção necessária nas estruturas, sistemas e componentes não radioativos do Meio Naval com propulsão nuclear. Uma das suas funções é o armazenamento de peças sobressalentes, peça de pronto uso e de movimentação de carga que atendem a própria BNA e o Meio Naval.

O SMN tem como objetivo realizar a manutenção de estruturas, sistemas e componentes das áreas quentes do Meio Naval com propulsão nuclear. Fazem parte desse sistema as oficinas e ferramentas específicas para a manutenção de sistemas das áreas radiológicas do Meio Naval, área exclusiva para armazenamento de peças sobressalentes, peças de pronto uso e de movimentação de carga e painéis para a instalação de blindagens.

Para manter a identificação de itens utilizados no Meio Naval, o SMC e o SMN utilizam os seguintes princípios:

- a) usar a identificação física ao máximo possível;
- b) se a identificação física for impraticável ou insuficiente, o SMC emprega a separação física, o controle através de procedimentos ou outro meio apropriado;
- c) quando utilizada a identificação por marcação, ela é feita de forma clara, inequívoca e indelével e aplicada de maneira a não afetar o funcionamento do item, evitando-se que fique encoberta por tratamento ou revestimento de superfície, a menos que seja previamente substituída por outro meio de identificação.

Para o controle efetivo de materiais, a BNA estabelece os seguintes procedimentos gerais:

- PA-GE 75 - Materiais - Critérios Gerais.
- PA-GE 58 - Instrução de Uso e controle de materiais combustíveis em armazenamento temporário.
- PA-GE 80 – Controle do uso de produtos químicos.

Além destes, existem procedimentos específicos de cada U.O. que manuseia itens por exemplo: Almoxarifado, Química, Manutenção, proteção radiológica etc.

No caso dos Elementos Combustíveis, são atendidos os requisitos das normas CNEN NE 1.27 (Garantia da Qualidade na Aquisição, Projeto e Fabricação de Elementos Combustíveis) e CNEN-NE-5.02 (Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Nucleoelétricas).

Além disso, a BNA conta com o Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN) e o Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR). O primeiro é responsável por dispor os elementos combustíveis de modo a evitar formação de massa crítica e evitar a liberação de materiais radioativos. O segundo, é responsável pelo armazenamento de elementos combustíveis removidos do núcleo do reator do meio naval e posicionamento em embalagens apropriadas. Ambos contam com uma área de armazenamento para o condicionamento de todo o material utilizado na troca de combustível.

Esses sistemas estabelecem:

- Procedimentos para assegurar cuidado adequado no manuseio e acondicionamento nos recipientes de transporte dos elementos combustíveis.
- Os aparelhos de içamento e manipuladores dos Elementos Combustíveis no ECB foram projetados adequadamente.

- Os operadores dos equipamentos são qualificados para a operação dos mesmos segundo o procedimento contido no MOBA.
- Os procedimentos de manuseio e armazenagem incluem os requisitos necessários para evitar criticalidade acidental.

O SGQ estabelece, no volume V do MOBA, procedimentos técnicos para manobras, manuseio, inspeção e armazenamento do combustível nuclear e são identificados pela sigla PC-M.

4.8 Controle de Processos

Para execução de processos especiais tais como soldagem, tratamento térmico, proteção contra corrosão, ensaios não destrutivos e análise química e quando requeridos por normas, códigos especificações, são utilizados procedimentos que assegurem que tais processos sejam efetuados por pessoal, equipamentos e procedimentos qualificados. Para processos não abrangidos pela norma ou que as exigências de qualidade excedam as da normalização, são definidas as qualificações necessárias de pessoal, procedimentos ou equipamentos.

O MOBA estabelece os seguintes procedimentos para atender os processos especiais:

- a) Ensaios não destrutivos:
 - PA-TG 23 - Qualificação e Certificação de pessoal em Ensaios não Destrutivos.
- b) Soldagem:
 - PA-ME 05 - Qualificação de Soldadores
 - PA-ME 07 - Qualificação dos procedimentos de soldagem
 - PA-ME 08 - Controle de materiais de solda
 - PA-ME 09 - Sistemática para efetuar soldas em componentes nucleares
- c) Pintura:
 - PA-ME 06 - Qualificação de pintores.

4.9 Controle de Inspeção e Testes

4.9.1 Programa de Inspeção

A BNA estabelece e executa programa de inspeção de itens importantes à segurança e de atividades que influem na qualidade a fim de checar a conformidade com normas ou documentos. O procedimento PA-GE 10 - Inspeção em serviço e testes periódicos, descreve o programa de inspeção, estabelecendo que pessoas diferentes das que executam as atividades sejam responsáveis pela inspeção e assegurando a qualidade, inclusive na armazenagem.

O programa de inspeção proporciona o controle indireto pela monitoração de processos, equipamentos e pessoal nos casos que seja impossível a inspeção direta de itens. Somando-se a isso, sempre que houver necessidade, é realizada a inspeção do item e o monitoramento do processo em conjunto.

Os pontos de espera que requerem uma inspeção são documentados apropriadamente e o prosseguimento do trabalho se dá após a aprovação dessa documentação.

A BNA estabelece o procedimento geral PA-GE 10, para inspeção em serviço de estruturas, sistemas e componentes. As inspeções em serviço no meio naval com propulsão nuclear são realizadas, preferencialmente, pelo pessoal da BNA. Quando não seja possível a execução das inspeções pelo pessoal da BNA, o pessoal de bordo, devidamente capacitado, realiza as inspeções em serviço. Os resultados são analisados e comparados com dados básicos de referência.

4.9.2 Programa de Testes

A BNA estabelece um programa de testes por meio do procedimento PA-GE 10 - Inspeção em serviço e testes periódicos, a fim de demonstrar que as estruturas, sistemas e componentes do Meio Naval e da Base de Apoio funcionam satisfatoriamente. Além disso, o capítulo X do MOBA, estabelece o conjunto de procedimentos que tratam de todas as inspeções e testes exigidos nas instalações da BNA e, principalmente, do Meio Naval.

Esses procedimentos presentes no capítulo X do MOBA garantem que:

- a) os requisitos e limites de aceitação especificados em documentos de projeto são incorporados e definidos;
- b) cláusulas estão inclusas para garantir que os pré-requisitos para um dado teste tenha sido atendido; e
- c) os testes são realizados sob condições ambientais adequadas, por pessoal treinado apropriadamente, usando instrumentação adequada e corretamente calibrada.
- d) Os resultados dos testes são documentados, registrados e armazenados para garantir que os requisitos foram satisfeitos e para consulta posterior, caso haja necessidade.

O Volume X - Inspeção e Testes (PI-X para testes exigidos pelas Especificações Técnicas e PX-T para testes não exigidos pelas Especificações Técnicas) contempla todos os procedimentos sobre inspeções e testes.

4.9.3 Calibração e Controle de Equipamentos de Teste e de Medição

Os procedimentos do Volume VI - Instrumentação e Controle (PM-I) do MOBA e o procedimento geral PA-MG 03 (Volume I do MOBA), estabelecem:

- a) medidas que asseguram que as ferramentas, calibres, instrumentos e outros equipamentos e aparelhos de inspeção, medição e testes, usados para determinar a conformidade com os critérios de aceitação, são de faixa, tipo, exatidão e precisão adequados;
- b) intervalos especificados para calibrar ou ajustar equipamentos de teste e medição utilizados em atividades que influem na qualidade, para manter a precisão dentro dos limites necessários.
- c) avaliação da validade das medições e testes anteriores, bem como uma reavaliação da aceitação dos itens já testados, no caso de constatação de desvios de precisão além dos limites prescritos.
- d) controles para garantir o manuseio, a armazenagem e o uso corretos dos equipamentos calibrados.

A BNA possui um laboratório de calibração de equipamentos e instrumentos sob a responsabilidade do Departamento de Metrologia. Todas as atividades de calibração de equipamentos de testes são realizadas pelo pessoal desse Departamento por meio de procedimentos do Volume VI. Cada equipamento possui seu procedimento, relatando como deve ser conduzida a calibração e como armazená-lo.

Além disso, existem empresas qualificadas que prestam serviço de calibração de instrumentos e equipamentos, de acordo com a lista de fornecedores qualificados, disponível na INTRANET da BNA.

Também existem os documentos – Lista de Set Point & Range e a PLS, que definem os pontos de ajustes dos instrumentos instalados nos ESCs. A calibração destes instrumentos é realizada de acordo com os procedimentos PM-I (volume VI do MOBA) e PI-I (Volume X do MOBA – procedimentos para atender às Especificações Técnicas).

4.9.4 Situação das Inspeções, Testes e Estado Operacional de Itens

- a) A situação das inspeções e testes de itens individuais da instalação é identificada pelo uso de marcação, carimbos, etiquetas, rótulos, cartões de controle, registros de inspeção, localização física ou outros meios adequados que possam indicar a aceitação ou não-conformidade de itens com relação a inspeção e testes realizados.

- b) A identificação da situação das inspeções e testes é mantida, conforme necessário, ao longo da fabricação, instalação e operação do item, a fim de assegurar que somente sejam usados, instalados ou operados, os itens aprovados nas inspeções e testes.
- c) São estabelecidas medidas para indicar o estado operacional de sistemas e componentes da instalação, tais como: colocação de etiquetas em válvulas e chaves para evitar operação indevida.

São estabelecidos programas de inspeção, de testes, de exames, de ensaios de itens, levando em consideração a base normativa, ou seja, requisitos das especificações técnicas, das normas da CNEN e de normas e códigos internacionais aprovadas pela CNEN. Quando aplicadas ao Meio Naval, deverão ter aprovação do ASN.

Os requisitos da base normativa são estabelecidos em procedimentos antes da realização dos testes, dos exames, dos ensaios e das inspeções de itens, levando em consideração os requisitos dos projetistas, fabricantes dos itens da usina, limites de aceitação, aspectos de radioproteção e de garantia da qualidade.

Além disso, os testes, os exames, os ensaios e as inspeções de itens importantes à segurança são de padrão e frequência tais que asseguram que estes itens permaneçam em conformidade com os requisitos de projeto e fabricação. Esta frequência leva em consideração a importância relativa do item, a probabilidade de falha em funcionamento, o desgaste e aumento na probabilidade de falha induzido por intervenções excessivas, o efeito na segurança associado à indisponibilidade durante a intervenção, a presença de equipamentos instalados de forma provisória e a necessidade de se manter a exposição à radiação tão baixa quanto razoavelmente exequível.

De acordo com o PA-GE 01, além dos procedimentos administrativos gerais ou específicos de cada área (Volume I), o MOU está dividido da seguinte maneira para atender aos requisitos de Testes, Exames e Inspeções Periódicas:

- Volume I - PA-GE 10 - Inspeção em serviço e testes periódicos - critérios gerais
- Volume III - Química e Radioquímica (Sigla PQ-L)
- Volume V - Manuseio do Combustível Nuclear (PC-M)
- Volume VI - Instrumentação e Controle (PM-I)
- Volume VII - Manutenção Mecânica/Elétrica (Siglas PM-M, PM-E, PM-V, PM-P, EP-S e PN-M)

- Volume X - Inspeção e Testes (PI-X para testes exigidos pelas Especificações Técnicas e PX-T para testes não exigidos pelas Especificações Técnicas).

4.10 Controle de Itens não conformes

4.10.1 Requisitos Gerais

Quanto ao Controle de itens não conformes, o PGQ da BNA estabelece:

- a) medidas para controlar itens não conformes, a fim de evitar seu uso ou instalação inadvertida;
- b) identificação de itens não conformes através de marcas, etiquetas e/ou segregação física, para garantir seu controle; e
- c) Medidas para controlar o processamento, a liberação ou a instalação de itens não conformes.

4.10.2 Avaliação e Destinação de Itens não conformes

Quanto ao Controle de itens não conformes, o PGQ da BNA estabelece:

- a) Avaliação e classificação de itens não conformes para fins de aceitação no estado, rejeição, reparação ou de serem refeitos, de acordo com procedimentos documentados;
- b) Definição de responsabilidade pela avaliação e classificação e a autoridade para a destinação de itens não conformes;
- c) itens não-conformes aceitos, envolvendo um desvio em relação aos requisitos de aquisição, são relatados ao comprador; e
- d) Documentação das alterações ou desvios de itens não-conformes que tenham sido aceitos, indicando a condição “como construído”.

4.11 Ações Corretivas

Quanto às ações corretivas, o PGQ estabelece:

- a) medidas para assegurar que condições adversas à qualidade, tais como, falhas, mau funcionamento, deficiências, desvios, materiais e equipamentos defeituosos e incorretos e outras não conformidades, sejam identificadas e corrigidas;
- b) Nas condições adversas à qualidade, a determinação da causa de tais condições, através da utilização de um método disciplinado de investigação de causas, e a adoção de ação corretiva para evitar repetição;

- c) A identificação de condições significativas, adversas à qualidade, juntamente com as respectivas causas e ações corretivas adotadas, são documentadas e relatadas aos níveis apropriados de gerência.

O MOBA possui procedimentos para Controle de itens não conformes e do controle das ações corretivas, a seguir:

PA-GE 16 - Solicitação e execução de serviços.

PA-GE 05 - Relatório de Operação.

PA-GE 10 - Inspeção em serviço e testes periódicos - critérios gerais.

PA-MG 36 -Sistemática de Emissão e Acompanhamento dos Relatórios do Programa de Monitoração da Eficácia da Manutenção – Regra de Manutenção.

PA-TG 29 – Esclarecimento técnico para a Operação

PG-Q 011 – Tratamento de não conformidades e ações corretivas em monitorações e auditorias de qualidade

PG-Q 015 - Classificação de Pendências.

Além disso, a BNA possui um sistema de acompanhamento das pendências (SGP). Os procedimentos que regem este sistema estão descritos no volume XV do MOBA. As não conformidades encontradas pelo pessoal da Base, assim como em auditoria de outras entidades são incluídas nesse sistema. As pendências geradas e as ações corretivas propostas para as pendências, são acompanhadas em tempo real.

As não conformidades encontradas no Meio Naval, são repassadas em momento oportuno, para os chefes dos Departamentos de Qualidade e de Manutenção da BNA.

4.12 Registros de Garantia da Qualidade

Quanto aos Registros de Garantia da Qualidade, o PGQ estabelece:

4.12.1 Preparação dos Registros

- a) Registros adequados que representam as evidências objetivas da qualidade;
- b) Registros que contém os resultados de análises, inspeções, testes, auditorias, monitoração do desempenho de trabalho, análises de materiais, notificações de alterações de campo, folhas diárias de operação da instalação, tratamentos de não-

- conformidades, bem como dados correlatos, tais como qualificações de pessoal, procedimentos e equipamentos, reparos exigidos e outros documentos apropriados; e
- c) Registros Legíveis, completos e identificáveis em relação ao item envolvido.

4.12.2 Coleta, Arquivo e Preservação dos Registros

- d) sistema de registros, de acordo com procedimentos e instruções documentados, em número suficiente para fornecer evidências das atividades que influem na qualidade. O sistema de registro da BNA assegura a identificação, coleta, indexação, arquivamento, manutenção e destino dos registros que estes sejam prontamente recuperáveis, minimizando deterioração e evitando perdas;
- e) Os tempos de guarda dos registros, materiais e amostras de teste;
- f) Registros que identificam na instalação a condição de itens “como construído” são mantidos pela ou para a organização responsável, durante a vida útil do item, desde a sua fabricação, ao longo da armazenagem, instalação e operação;
- g) Tempos de guarda compatíveis para tipos de registros não permanentes; e
- h) Destino final dos registros escrito em procedimentos.

A organização operadora do Meio Naval deve manter os registros do comissionamento, incluindo relatórios de testes e documentos de garantia da qualidade necessários para testes, exames e inspeções periódicas, durante a operação do Navio. Esses registros devem ser arquivados na BNA, em meio apropriado, para futuras consultas, caso seja necessário.

4.12.3 Registros da Operação

Os registros de operação devem incluir aqueles relacionados com:

- a) estado operacional do Meio Naval;
- b) inventário de materiais físeis, férteis, e outros materiais nucleares especiais;
- c) manutenção, testes, exames, ensaios, inspeções e modificações;
- d) garantia da qualidade;
- e) qualificação, atribuições, exames médicos e treinamento do pessoal da BNA e do Meio Naval;
- f) exposição de pessoas à radiação; e
- g) liberações de efluentes, monitoração do meio ambiente e armazenagem de rejeitos radioativos.

4.12.4 Registros da Manutenção

Os registros da Manutenção são gerados e controlados da mesma forma dos registros da qualidade e servem de evidência objetiva de que determinada atividade dentro do programa de manutenção foi executada e de que maneira ela se procedeu.

As solicitações de ordem de trabalho (SOT), registro e histórico de equipamentos, dados técnicos e operacionais do equipamento, Licença de trabalho (LT), Licença de trabalho Radiológica (LTR) e outros documentos da manutenção são armazenadas eletronicamente através do Sistema de gerenciamento de manutenção computadorizada (CMMS). Todos os registros da manutenção possuem identificação do pessoal responsável pela execução da tarefa e do supervisor que o acompanhou.

O programa de manutenção estabelece uma sistemática informatizada, por meio do CMMS, a fim de facilitar o controle, planejamento, execução e avaliação das manutenções realizadas nos equipamentos da BNA e do Meio Naval com propulsão nuclear. Cada item e sistema possuem um código único de identificação chamado TAG. As informações contidas nesse cadastro são obtidas através de manuais, especificações técnicas e manuais de operação, além dos dados de placas afixadas no próprio equipamento. O cadastro é formado por grupos de equipamentos, o que permite a padronização e classificação dos equipamentos, sem acarretar a perda de sua individualidade.

O procedimento PA-MG 05 – Programa de Manutenção detalha a geração e coleta de registros de manutenção. Em complemento ao PA-MG 05, o procedimento PA-GE 57 - Arquivo de Registros da BNA (Volume I), estabelece as diretrizes para classificação, transferência, indexação, arquivamento, guarda, destinação e eliminação dos documentos demonstrativos da vida operacional da Base de Apoio e do Meio Naval com propulsão nuclear.

No MOBA, volume I, encontram-se os seguintes procedimentos que tratam de relatórios:

- PA-GE 05 - Relatório de Operação da BNA.
- PA-GE 06 - Relatório de Operação do Meio Naval com propulsão nuclear.
- PA-GE 10 - Inspeção em serviço e testes periódicos - critérios gerais.
- PA-MG 36 -Sistemática de Emissão e Acompanhamento dos Relatórios do Programa de Monitoração da Eficácia da Manutenção – Regra de Manutenção.
- PA-GE 74 -Formatação de relatórios para envio à WANO.
- PA-GE 49 -Diretrizes Gerais para uma Parada Programada do Meio Naval com Propulsão nuclear.

4.13 Auditoria

Quanto às Auditorias, este PGQ estabelece:

4.13.1 Requisitos Gerais

- a) um sistema de auditorias internas e externas, planejadas e documentadas que verifica, através de exames e avaliações, se os elementos aplicáveis do Sistema de Garantia da Qualidade foram estabelecidos, documentados e efetivamente implementados de acordo com as exigências especificadas.
- b) Procedimentos escritos que detalham o processo de auditorias;
- c) As UO da BNA ou organizações responsáveis por auditorias selecionam e designam auditores qualificados, com conhecimento adequado das atividades a serem auditadas e independentes de qualquer responsabilidade direta por essas atividades;
- d) A Exclusão de pessoas da equipe de auditoria que tenham responsabilidade direta pela execução das atividades a serem auditadas;
- e) O registro dos resultados das auditorias pelos auditores em relatórios, e posterior análise pelas organizações com responsabilidade pela área auditada.
- f) ações corretivas necessárias, relativas às deficiências encontradas em auditorias, pela gerência responsável pela área auditada, em tempo hábil; e
- g) ações de acompanhamento são providenciadas para verificar se as deficiências constatadas na auditoria foram corrigidas.

4.13.2 Programação de Auditorias

- a) auditorias são programadas com base na importância e no cronograma das atividades;
- b) auditorias não programadas com o intuito de complementar auditorias programadas nas seguintes condições:
 - Quando for necessária uma avaliação da eficácia do SGQ;
 - Quando for preciso determinar a adequação do SGQ do fornecedor antes da celebração do contrato ou ordem de compra;
 - Quando, após celebração do contrato e decorrido tempo suficiente para a implementação do SGQ, para verificar se a organização mantém seu SGQ em funcionamento de acordo com o estabelecido em seu PGQ e nas normas aplicáveis;
 - Quando forem efetuadas alterações importantes em áreas funcionais da organização;
 - quando houver suspeição de que a qualidade de um item ou um serviço tenha sido comprometida devido a uma possível deficiência nos requisitos ou na implementação do SGQ; e

- quando for necessário verificar a implementação de ações corretivas.

Adicionalmente, a BNA possui um Programa Bianual de Auditorias Internas que fica disponível na INTRANET e é distribuído anualmente às diversas UO da empresa. Caso sejam encontradas muitas não conformidades (NC), o auditor pode repetir a auditoria no ano seguinte, ou caso o gerente daquela área solicitar. Outro ponto a ser mencionado é que além das não conformidades encontradas, o auditor da BNA anota as observações, que nada mais são que pontos de melhorias. Outro ponto importante é fazer o acompanhamento das não conformidades abertas das auditorias anteriores. Desta forma, a auditoria é o somatório do acompanhamento das NC anteriores e as novas NC.

As auditorias externas realizadas pela BNA são geralmente com o intuito de Qualificação de Fornecedor. Nessas auditorias, o pessoal do Departamento da qualidade sempre é acompanhado por um especialista da área para verificar se o SGQ implementado no fornecedor atende aos requisitos de contrato. Todos os auditores da BNA são qualificados, por meio de treinamentos, e de acordo com as normas e procedimentos aplicáveis. As auditorias não programadas mencionadas no item 4.13.2 “b” são denominadas Monitorações da Qualidade.

Os principais procedimentos de auditoria estão no volume XV do MOBA:

- PG-Q 011 - Tratamento de Não-Conformidades e Ações Corretivas em Monitorações e Auditorias da Qualidade.
- PG-Q 015 - Condução de Monitorações da Qualidade.
- PG-Q 017 - Auditorias Externas da Qualidade.
- PG-Q 018 - Auditorias Internas da Qualidade.
- PG-Q 008 - Qualificação de Fornecedores.
- PG-Q 009 - Elaboração de Plano da Qualidade e de Sistema de GQ por Fornecedores.
- PG-Q 003 - Avaliação de Fornecedores através do NUPIC.

4.13.3 Programa de Análise, Auditoria e Inspeção da Manutenção

As auditorias da manutenção conduzidas na BNA seguem o mesmo padrão das auditorias de garantia da qualidade. O SGQ da Base estabelece um programa de auditorias para as atividades de manutenção e esse programa é auditado pela superintendência de Manutenção e pelo Departamento da Garantia da Qualidade.

As auditorias cobrem todas as áreas da atividade de manutenção que possam afetar itens importantes à segurança. Os relatórios de auditoria são enviados para a Direção da BNA. Elas são realizadas por pessoas qualificadas, diferente das pessoas que executaram a manutenção, e de acordo com os procedimentos estabelecidos.

Com relação às Manutenções do Meio Naval com propulsão nuclear, as auditorias são realizadas pela equipe de auditores da BNA e o resultado das auditorias é passado para a organização operadora do Meio Naval.

O procedimento PG-Q 019 - Auditorias no Meio Naval com propulsão nuclear estabelece um programa de auditoria, caso seja possível, para verificação se as atividades do programa de manutenção foram cumpridas, assim como analisar a eficiência do programa de manutenção.

A BNA não tem responsabilidade pelas auditorias internas do Meio Naval com propulsão nuclear. Portanto, ela deve ser conduzida pelo pessoal de bordo. A BNA é responsável pelas auditorias de manutenção do Navio.

4.14 Controle da Manutenção

A BNA é uma organização com o propósito de prestar apoio e serviços de manutenção. Para desempenhar suas funções, a organização conta com um programa de manutenção com base da Norma CNEN-NE-1.21 Manutenção de Usinas Nucleoelétricas. Cabe ressaltar que o programa atende a manutenção da ESC da Base e também da ESC do Meio Naval com propulsão nuclear.

Os procedimentos, que fazem parte do MOBA, que descrevem as diretrizes gerais e específicas de manutenção são:

- Volume I do MOU - PA-MG e PA-ME
- Volume VI - Instrumentação e Controle (PM-I)
- Volume VII - Manutenção Mecânica/Elétrica (Siglas PM-M, PM-E, PM-V, PM-P, EP-S e PN-M)

É dado um tratamento diferenciado a itens importantes à segurança, cujo histórico apresente precedentes significativos de falha, degradação ou indisponibilidade, sendo monitorada a eficiência de sua manutenção, até que as ações corretivas tenham se mostrado eficazes.

4.14.1 Disposições Gerais

- a) O Programa de Manutenção estabelecido pela BNA é voltado à BNA e ao Meio Naval com propulsão nuclear que realiza serviço em suas instalações, abrange todas as medidas administrativas e técnicas necessárias à realização de atividades de manutenção, incluindo vistoria, reparo e substituição de peças e, quando apropriado, testes, ensaios não destrutivos, calibração e inspeção, além de modificação em ESC;
- b) O Programa de Manutenção Preventiva e Corretiva da BNA que tem como objetivo manter o desempenho previsto no projeto durante a vida útil da Base e do Meio Naval de propulsão Nuclear;
- c) A Organização de manutenção, desempenha funções administrativas, técnicas e de supervisão, necessárias à mobilização e fiscalização dos recursos de manutenção internos e externos à Base Naval e ao Meio Naval.

4.14.2 Estabelecimento do Programa de Manutenção

- a) O programa de manutenção foi estabelecido antes da operação da Base e do Meio Naval com propulsão nuclear;
- b) A organização operadora defini por escrito a responsabilidade pela manutenção dos itens da BNA durante a construção, o comissionamento e a operação;
- c) A organização operadora coleta informações sobre as necessidades de manutenção da BNA, obtidas pelos projetistas, fabricantes. Para o caso do Meio Naval com propulsão nuclear, a BNA tem acesso as informações importantes e necessárias do projetista e do fabricante do meio naval para poder auxiliar na tomada de decisão e na manutenção do Meio. Para ambos os casos, é assegurado que o programa será baseado em boas práticas de manutenção.
- d) A estrutura da manutenção da BNA, que atende as ESC da Base e do Meio Naval com propulsão nuclear, foi estabelecida pela organização operadora antes da fase de operação.

4.14.3 Programa de Manutenção Preventiva

- a) Um Programa de manutenção preventiva, de modo que as atividades de inspeção, teste e revisão de estruturas, sistemas e componentes da BNA sejam executadas de forma rotineira, a fim de detectar possíveis falhas e garantir o funcionamento adequado da Base. Para o Meio Naval em Operação, a manutenção preventiva fica condicionada a vinda do Meio às instalações da BNA. Durante viagem, a manutenção preventiva fica sob responsabilidade da equipe de manutenção embarcada do Meio Naval.
- b) A organização operadora da BNA analisa a lista de ESC a fim de assegurar:

- Identificação, classificação e inclusão dos itens importantes à segurança no programa de manutenção preventiva.
 - Que os requisitos aplicáveis estabelecidos em normas da CNEN foram satisfeitos.
 - A organização operadora da BNA está em constante contato com a organização operadora do Meio Naval para que sejam programadas as Manutenções preventivas no Meio nas instalações da Base, assim como o acesso a todas as informações necessárias para o desenvolvimento das atividades planejadas de manutenção.
- c) A frequência e o escopo da manutenção preventiva dos itens incluídos no programa de manutenção preventiva da BNA levam em consideração:
- critérios de projeto
 - as recomendações dos fornecedores e fabricantes
 - a experiência da Organização Operadora
 - os códigos e normas aplicáveis
- d) A frequência e o escopo da manutenção preventiva dos itens incluídos no programa de manutenção preventiva do Meio Naval com propulsão nuclear levam em consideração:
- critérios de projeto
 - as recomendações dos fornecedores e fabricantes
 - a experiência da Organização Operadora
 - os códigos e normas aplicáveis
 - da disponibilidade e limitações da BNA
 - planejamento em conjunto com a BNA
- e) O programa de manutenção preventiva da BNA é revisto, quando necessário, durante a vida útil da BNA, para levar em conta a experiência da operação e as suas modificações.
- f) O programa de manutenção preventiva do Meio Naval é revisto, quando necessário, em conjunto com os especialistas da BNA. Os subsídios fornecidos e a experiência operacional da BNA auxiliam a elaboração e futuras alterações do programa de manutenção preventiva do meio naval.

4.14.4 Relacionamento entre organizações

- a) É estabelecido e mantido relacionamento com as organizações de projeto e de operação da BNA, a fim de assegurar que:
- o programa de manutenção seja elaborado, ou revisto, com base numa perfeita compreensão do projeto da BNA;
 - a BNA seja projetada de modo a facilitar e minimizar sua manutenção;

- qualquer exposição à radiação ionizante seja mantida tão baixa quanto razoavelmente exequível (ALARA); e
 - haja, durante a vida útil da BNA, assistência efetiva e oportuna da organização de projeto quando ocorrer falha da BNA ou quando forem necessárias modificações.
- b) É estabelecido e mantido relacionamento com a BNA e o Meio Naval com propulsão nuclear, a fim de assegurar que:
- o programa de manutenção do Navio seja elaborado em conjunto, para que a Base tenha perfeita compreensão do projeto do Meio Naval e de suas necessidades de manutenção;
 - a BNA seja projetada de modo a facilitar a manutenção do Meio Naval com propulsão nuclear;
 - qualquer exposição à radiação ionizante do Meio Naval seja mantida tão baixa quanto razoavelmente exequível (ALARA).
- c) A Organização Operadora faz análise do projeto utilizando pessoal com experiência em manutenção, a fim de verificar as características de projeto que devam ser alteradas para facilitar a manutenção do Meio Naval, particularmente em áreas de risco radiológico. A análise deve abranger o seguinte:
- facilidade de acesso aos itens da Base;
 - adequação dos dispositivos de manuseio;
 - área disponível para trabalho no local;
 - espaço suficiente para retirada de itens;
 - interferência com a operação e manutenção de outras estruturas e sistemas;
 - provisão de meios para blindagem e controle de acesso, temporários ou permanentes;
 - adequação das instalações de manutenção e de armazenagem;
 - condições de isolamento do item;
 - instalações de drenagem e ventilação sobre sistemas ativos;
 - provisão de meios para manuseio e armazenagem de itens, ferramentas etc., temporária ou permanentemente ativados ou contaminados, particularmente nas áreas controladas;
 - facilidade de manutenção, de inspeção e de descontaminação de componentes durante a Docagem e atracação do Meio Naval;
 - adequação da documentação;
 - facilidade de acesso às utilidades (ar comprimido, tomadas elétricas etc.);
 - adequação dos sistemas de drenagem e ventilação, em áreas que possam ser usadas temporariamente para trabalhos de manutenção.

4.14.5 Organização e Responsabilidade pela Manutenção

- A gerência da usina estabelece um grupo de manutenção para planejar e implementar o programa de manutenção.
- O grupo de manutenção é estruturado de forma a atender todas as áreas que requeiram manutenção na BNA e do Meio Naval com propulsão nuclear. Em alguns casos, empresas terceirizadas podem realizar serviços específicos de manutenção.
- O grupo de manutenção tem número suficiente de pessoas qualificadas para permitir a implementação do programa de manutenção.

4.14.6 Responsabilidades

As responsabilidades da manutenção estão descritas no tópico 4.3.1.

4.14.7 Seleção e treinamento do pessoal de manutenção

A seleção e treinamento do pessoal da manutenção está descrito no tópico 4.3.3.

4.14.8 Controle de Documentos da Manutenção

Os documentos essenciais à execução dos serviços de manutenção, procedimentos, instruções de trabalho, desenhos, são controlados da mesma forma como os demais documentos do SGQ da BNA. O Controle de documentos de manutenção está descrito no tópico 4.4 deste PGQ. As informações de manutenção são centralizadas no Sistema de Gerenciamento de Manutenção Computadorizado (CCSM). A base de dados do CMMS organiza as informações sobre os ativos da BNA e do Meio Naval, como por exemplo, equipamentos, materiais e outros recursos para a realização da manutenção

4.14.9 Procedimentos técnicos de Manutenção

A Organização Operadora assegura que gerência da Base dispõe de procedimentos e instruções que contém diretrizes e controles detalhados requeridos para a realização da manutenção.

A manutenção que possa afetar o desempenho de itens importantes à segurança, ou potencialmente possa acarretar riscos à saúde e segurança do pessoal, são planejadas e realizadas de acordo com procedimentos PA-GE 16 - Solicitação e execução dos serviços.

No processo de preparação dos procedimentos técnicos de manutenção da BNA, foram consultados documentos tais como desenhos, códigos, normas, livros e manuais de instrução,

fornecidos pela organização de projeto, organização de construção, fornecedor de equipamento e a organização operadora.

O nível de detalhe dos procedimentos técnicos de manutenção adotados na BNA é suficiente para que a pessoa responsável pelo trabalho possa seguir o procedimento sem necessidade de direção ou supervisão adicional.

Os procedimentos técnicos da manutenção incluem, mas não se limitam a:

- a) identificação do procedimento;
- b) título;
- c) objetivo;
- d) pré-requisitos;
- e) condições limites;
- f) precauções especiais;
- g) ferramentas e equipamentos especiais;
- h) referências;
- i) texto do procedimento;
- j) pontos de testemunho de inspeção;
- k) instruções de preparação para retorno ao serviço;
- l) teste de operação;

4.14.10 Instalações de Manutenção

No complexo da BNA, todas as oficinas e instalações possuem espaço e equipamentos suficientes para realização da manutenção. Na área controlada da Base, as instalações especiais de manutenção são utilizadas para itens cuja descontaminação seja impraticável ou impossível, de modo a permitir sua manutenção nessas instalações, a fim de manter a exposição à radiação tão baixa quanto razoavelmente exequível e evitar o espalhamento da contaminação.

Em alguns casos, quando não for possível a remoção do item contaminado para a oficina, a gerência da Base monta uma instalação provisória em torno do item e/ou ferramenta.

As instalações da BNA responsáveis pela manutenção fazem parte do Sistema de Manutenção e Reparo (SMR). O SMR é dividido em 3 subsistemas:

- a) Sistema de Manutenção Convencional (SMC);
- b) Sistema de Manutenção Nuclear (SMN); e
- c) Sistema de Encalhe e Docagem (SED).

Apenas o SMC e o SMN possuem instalações voltadas à manutenção, sendo o primeiro sistema voltado aos serviços não radioativos e o segundo aos serviços radioativos.

Na área controlada, o SMN é utilizado quando a descontaminação seja impraticável ou impossível, a fim de manter a exposição à radiação tão baixa quanto razoavelmente exequível. Dependendo do nível da manutenção a ser executada, os reparos podem ser iniciados isolando-se as partes radiológicas para poder iniciar-se a manutenção convencional no restante do equipamento.

Tanto o SMC e o SMN contam com equipamentos de movimentação de carga, linha férrea ao redor da área de manutenção, veículos para transporte de carga, equipamentos de corte e solda, prensas, calandras e tudo de que uma oficina necessita para a realização dos serviços, área de oficinas, de armazenamento de peças sobressalentes e de armazenamento de peças de pronto uso.

O SMN ainda possui oficinas e ferramentas específicas para a manutenção de sistemas da área radiológica, área exclusiva para armazenamento de peças sobressalentes e painéis para a instalação de blindagens. Por ter contato com partes radiológicas, apenas o SMN possui ligação com o Sistema de descontaminação (SD).

O Volume VIII - Proteção radiológica do MOBA, estabelece que as instalações de manutenção devem possuir:

- a) controle de acesso e áreas para troca de vestimentas;
- b) ventilação forçada com saída filtrada;
- c) tratamento, manuseio e disposição de rejeitos radioativos líquidos;
- d) tratamento, manuseio e disposição de rejeitos radioativos sólidos;
- e) equipamentos radiológicos para monitoração e proteção;
- f) blindagem e equipamento de manuseio remoto;
- g) requisitos para descontaminação; e
- h) local para armazenagem de itens ou ferramentas contaminados com segregação dos não conformes

4.14.11 Instalações para descontaminação

As instalações para descontaminação de itens, ferramentas e equipamentos da BNA possuem:

- a) controle de acesso e áreas para troca de vestimentas;

- b) ventilação forçada com saída filtrada;
- c) tratamento, manuseio e disposição de rejeitos radioativos líquidos;
- d) tratamento, manuseio e disposição de rejeitos radioativos sólidos;
- e) equipamentos radiológicos para monitoração e proteção;
- f) tanques e equipamentos especiais para descontaminação; e
- g) fornecimento adequado de energia elétrica, vapor, água quente, ar comprimido e agentes químicos de descontaminação aprovados.

A BNA conta com o Sistema de Descontaminação (SD) que faz parte do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR). O SD é responsável pela descontaminação de itens, ferramentas e equipamentos da BNA e é composto, além dos itens supracitados, por área de descontaminação segregada das demais áreas por meio de contenção adequada, tanque de coleta de fluidos contaminados, meios para realizar a transferência de rejeitos do Navio para terra, equipamentos para a realização de descontaminação, equipamentos de movimentação de carga, área de lavanderia quente para processamento de roupas usadas pelos operários pelos serviços nas áreas radiológicas, área de descontaminação na enfermaria para receber pessoal em caso de acidente com material radioativo, área para armazenamento de produtos químicos a ser usados no processo de descontaminação.

4.14.12 Instalações Especiais

A gerência da BNA busca reduzir a exposição à radiação e aumentar a segurança pessoal com equipamentos e materiais, tais como:

- a) manipuladores manuais remotos e ferramentas operadas remotamente para fins especiais;
- b) equipamentos de soldagem e corte automáticos;
- c) equipamentos para ensaios não-destrutivos operados remotamente;
- d) máquina automática para esmerilhar sede de válvula no local;
- e) equipamentos remotos para inspeção visual tais como espelhos, binóculos, telescópios, circuito fechado de televisão e câmeras operadas remotamente;
- f) sistemas de comunicação tais como telefones de linha direta, rádio e equipamentos de comunicação quando proteção respiratória estiver sendo usada;
- g) recipientes blindados e blindagem portátil;
- h) recipientes especiais para itens contaminados;

- i) vestimentas e equipamentos de radioproteção;
- j) materiais e equipamentos para controlar e conter a contaminação radioativa tais como lençóis de plástico, barracas, papel para cobrir o piso, aspiradores e equipamentos de limpeza do piso; e
- k) equipamentos de acesso fixos ou rapidamente montáveis, tais como escadas permanentes ou andaimes.

A BNA conta com o Sistema de monitoração e Proteção Radiológica (SMPR), responsável pela proteção do pessoal, por meio da utilização dos itens supracitados.

Adicionalmente, é responsável pelos equipamentos de monitoração de radiação, pela monitoração e registro de todos os pontos sensíveis, instalação de barreiras de proteção (blindagens) durante as atividades de manutenção, interdição de áreas onde os níveis de radiação apresentem-se acima do limite e por manter o controle e registro do estado dos EPI e das barreiras de proteção e dos próprios equipamentos de monitoração.

Através do SMPR, da sua experiência operacional e de outras organizações do setor nuclear, a BNA minimiza os riscos radiológicos do seu pessoal.

4.14.13 Amarração, Elevação e Movimentação de Cargas

Os procedimentos da BNA estabelecem requisitos para amarração, elevação e movimentação de cargas conforme os seguintes procedimentos:

- PA-ME 10 - Sistemática de Controle de Equipamentos de Transporte e Elevação de Cargas.
- PA-GE 85 – Amarração, elevação e movimentação de cargas.
- PA-ME 16 - Operação em Pontes Rolantes em Geral.
- PM-M 161 - Manutenção em Equipamentos de Transporte e Elevação de Cargas.
- PM-E 13 - Inspeção e Manutenção em Pontes Rolantes e Guinchos.
- PM-M 25 - Inspeção, Manutenção e Testes do Guindaste Polar (Polar Crane).

Além disso, a BNA provê aparelhos portáteis adequados para o içamento e movimentação com indicações da capacidade de carga de cada equipamento, de acordo com o PA-GE 85.

Os sistemas SMC, SMN e o SD possuem equipamentos próprios para movimentação de carga e operadores devidamente treinados para poder operá-los.

O Sistema de Troca e Recarga (STR) possui capacidade de movimentar os elementos combustíveis novos, posicioná-los no Equipamento de troca de combustível (ETEC) e inseri-los no núcleo do reator, remover os elementos usados e armazená-los nas embalagens para

serem encaminhados aos locais de armazenagem do Sistema de Armazenamento de combustível Removido do Reator (SACR).

4.14.14 Modificações decorrentes de manutenção

Todas as modificações de projeto que porventura sejam realizadas na BNA ou no Meio Naval de propulsão nuclear, inclusive aquelas decorrentes de manutenção, são documentadas para:

- a) corrigir falhas de componentes descobertas durante a manutenção;
- b) reparar componentes após falhas em operação;
- c) reduzir a frequência de falhas;
- d) melhorar a segurança e as condições de manutenção e/ou de operação;
- e) substituir um item por outro, não idêntico;
- f) alterar pontos de ajuste; e
- g) alterar procedimentos.

Todos os procedimentos de manutenção que envolvam as alterações ocorridas são alterados e os novos procedimentos são carregados no SISDOC para que as equipes tenham acesso somente à nova versão.

A BNA estabelece procedimentos adequados para o controle das modificações de itens importantes à segurança e indicadas as responsabilidades pela coordenação, análise, aprovação e execução das modificações. Essas modificações são aprovadas pelo conselho técnico e pelo Diretor da Base.

A submissão de propostas de modificação submetidas à avaliação independente pela gerência da Base ou operador do Meio Naval com propulsão Nuclear inclui, dependendo da extensão e da complexidade:

- a) descrição e razão da modificação;
- b) análise de segurança;
- c) esboços, desenhos e especificações de materiais;
- d) códigos, normas e seção dos relatórios de segurança aplicáveis;
- e) métodos de instalação e teste;
- f) condições de operação ou condições ambientais adversas;

- g) requisitos de garantia da qualidade
- h) risco radiológico da modificação
- i) efeito do item modificado nos demais sistemas e subsistemas do Meio Naval

É possível que a equipe de manutenção da BNA realize mudanças de projeto no Meio Naval, porém essas alterações só serão realizadas mediante aprovação da organização operadora do Meio. Esse tipo de alteração é realizado em último caso, apenas quando da impossibilidade de manutenção do ESC.

A gerência da Base é responsável por:

- a) atualizar procedimentos e instruções da BNA ou do Meio Naval;
- b) assegurar que as peças de reposição em estoque, que não são mais conformes, sejam sujeitas a modificação, segregação física, descarte ou substituição;
- c) assegurar a atualização de desenhos da BNA ou do Meio Naval.

4.14.15 Regra de manutenção ou Programa de monitoração da eficácia da manutenção

A BNA implementa um programa de gerenciamento de envelhecimento eficaz que garante que as funções de segurança exigidas dos sistemas, estruturas e componentes sejam cumpridas durante toda a vida útil operacional da planta.

O programa de gerenciamento do envelhecimento determina as consequências do envelhecimento e as atividades necessárias para manter a operabilidade e confiabilidade das estruturas, sistemas e componentes. O programa de gestão do envelhecimento é coordenado e consistente com outros programas relevantes da BNA, incluindo o programa de revisão periódica de segurança.

Os efeitos de longo prazo decorrentes das condições operacionais e ambientais (ou seja, condições de temperatura, condições de radiação, efeitos de corrosão ou outras degradações na planta que podem afetar a confiabilidade de longo prazo dos equipamentos ou estruturas da planta) são levantados e avaliados como parte do programa de gerenciamento de envelhecimento.

Nesse contexto, a abrangência do programa de monitoração da eficácia (PMEM) garante a monitoração de todas as Estruturas, Sistemas e Componentes classificados como 'ativos', já que estes não serão cobertos por outros programas de gerenciamento de envelhecimento que tratarão dos ditos ESCs 'passivos'. Todos os programas de manutenção, incluindo os de

preventiva e preditiva, continuarão sendo aprimorados com base em experiência operacional interna e externa, das monitorações do PMEM, dos resultados históricos, das Análises Probabilísticas de Risco – APS e foram todos confrontados com os 10 atributos para o Gerenciamento do Envelhecimento conforme o documento NUREG 1801 Generic Ageing Lessons Learned – GALL.

A BNA estabelece índices de desempenho a fim de monitorar e avaliar a eficácia dos programas de manutenção, conforme:

- 10CFR50.65 “Requirements for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants”.
- Regulatory Guide 1.160: “Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants” rev. 2 March 1997.
- NUMARC 93-01 “Industry Guideline for Monitoring the effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants” rev. 3 Julho 2000.

Os requisitos destas normas foram incorporados nos procedimentos do MOBA:

- PA-MG 25 – Programa de monitoração da eficácia da manutenção
- PA-MG 39 – Resultado da seleção de ESC no escopo do programa de monitoração da eficácia da manutenção
- PA-MG 40 – Determinação da significação para o risco dos ESC no escopo do Programa de monitoração da eficácia da manutenção

4.15 Controle e Gestão de Software Essenciais

Alguns programas utilizados na BNA se referem a sistemas cuja falha tem impacto significativo na segurança nuclear da Base e do Meio Naval com propulsão nuclear, necessitando de uma atenção especial.

A BNA não tem gerência sobre os softwares utilizados no Meio Naval com propulsão nuclear.

Consideram-se softwares essenciais os sistemas informatizados, que se enquadram em uma ou mais das categorias abaixo:

- a) Sistemas relacionados com os processos vinculados à Segurança Nuclear.

- b) Demais sistemas relacionados com os processos da Base e relevantes para a Operação da Base ou do Meio Naval com propulsão nuclear.
- c) Sistemas relacionados com os processos envolvidos com liberação de material radioativo no meio ambiente, sua prevenção e mitigação.
- d) Sistemas cujo mal funcionamento poderá resultar em violação das Especificações Técnicas.

Procedimentos aplicáveis:

- PA-GE 24 – Projeto de Software Essenciais
- PA-OG 08 – Comissionamento e controle de Software

A lista dos sistemas de softwares essenciais utilizados na BNA está contida no procedimento PA-GE 24.

4.16 Segurança e Conservação Industrial

O trabalho em instalações nucleares, pode sujeitar os trabalhadores a vários riscos de saúde e segurança industriais. Essas instalações podem conter processos e materiais perigosos, como vapor quente, produtos químicos agressivos, eletricidade, fluidos pressurizados e riscos mecânicos. Os trabalhadores podem ser expostos a estes e outros perigos durante as tarefas normais (incluindo escorregões, tropeções e quedas, acidentes de trânsito e afogamento).

Nesse contexto, a política de segurança e conservação industrial da BNA tem por objetivos:

- a) A utilização de somente materiais, equipamentos, procedimentos e processos apropriados nas atividades de conservação preventiva;
- b) O não comprometimento da qualidade dos itens importantes à segurança como um resultado de práticas e técnicas de conservação preventiva inadequadas ou realizadas sem o devido cuidado;
- c) Estabelecer processos de planejamento que considerem o contexto para os objetivos de segurança industrial da organização e levar em consideração seus riscos e oportunidades, seus requisitos legais e os outros requisitos aos quais ele se inscreve;
- d) Estabelecer controles operacionais para gerenciar riscos de segurança industrial, requisitos legais e outros requisitos aplicáveis;

- e) Determinar os perigos e riscos para a segurança industrial associados às suas atividades; buscando eliminá-los, ou colocar controles para minimizar seus impactos potenciais à saúde e segurança dos funcionários;
- f) Estabelecer processos de planejamento de trabalho que avaliem o trabalho a ser executado, os perigos associados e os passos necessários para eliminar ou controlar perigos;
- g) Determinar as necessidades de aprendizagem de todos os trabalhadores e estabelecer programas de treinamento para fornecer o conhecimento e as habilidades dos trabalhadores para proteger sua saúde e segurança;
- h) Aumentar a consciência dos riscos de segurança industrial e objetivos de melhoria contínua através de comunicações regulares; e
- i) Avaliar o desempenho da segurança industrial e buscar seu aperfeiçoamento, por meio de medidas corretivas apropriadas e atividades de melhoria contínua.

As áreas de importância são classificadas e identificadas levando-se em consideração, quando aplicável, os seguintes elementos:

- a) grau de limpeza;
- b) vestiário e instalações sanitárias;
- c) filtragem e/ou condicionamento do ar;
- d) luvas, gorros e/ou sapatilhas;
- e) limpeza prévia do material;
- f) acesso de pessoal;
- g) entrada e saída de material;
- h) entrada de alimentos; e
- i) fumo, chama e/ou centelha.

Nas áreas de importância onde existe controle de entrada e saída de pessoal e de material, são estabelecidos controles de acesso e mantidos os respectivos registros. Nas áreas de importância são sinalizados os locais e áreas específicos relacionados aos respectivos requisitos de limpeza, arrumação e proteção contra incêndio. O pessoal designado para trabalhar em áreas de importância é familiarizado com os requisitos de conservação preventiva estabelecidos para cada área.

São estabelecidos e implementados programas de treinamento para familiarização do pessoal com as áreas de importância e com os requisitos de conservação preventiva estabelecidos.

As atividades de conservação preventiva são realizadas de acordo com procedimentos e/ou instruções e são preenchidos os registros conforme aplicáveis.

Inspeções periódicas relativas à conservação preventiva são realizadas, a intervalos programados, as não-conformidades identificadas durante as inspeções são comunicadas às U.O.s responsáveis para a adoção das ações corretivas necessárias e os resultados das inspeções relativas à conservação preventiva são documentados.

Para o desempenho de todas as atividades listadas, a BNA conta com o Sistema de Segurança Industrial (SSI) e o Sistema de Segurança Nuclear (SSN).

O SSI visa a proteção dos operários contra acidentes de trabalho na execução de todo o tipo de serviço desenvolvido na BNA.

São realizados programas de qualificação e treinamento de pessoal baseados nas boas práticas industriais, nos manuais e nas normas, para as atividades que envolvem posicionamento do navio em local seco, na movimentação de cargas, serviços em locais elevados em relação ao solo, visando a proteção da vida dos funcionários.

Da mesma forma, são realizados programas de qualificação e treinamento de pessoal baseados nas boas práticas industriais, nos manuais e nas normas, para as atividades desenvolvidas nas oficinas, na operação de máquinas como prensas, calandras etc.

O SSN atua em toda a área onde são desenvolvidas atividades que envolvam risco radiológico, visando sempre garantir a segurança nuclear. Este sistema atua de forma semelhante ao SSI, de modo a proteger os operários contra acidentes de trabalho durante a execução dos serviços, uma vez que somente o pessoal do SSN pode ter acesso a áreas restritas em termos de risco radiológico.

O SSN atuar junto ao Departamento de Garantia da Qualidade com a finalidade de prestar orientações aos demais setores com relação ao cumprimento de procedimentos, fiscalizar o cumprimento dos procedimentos, manter registros dos eventos provenientes de outros setores. O SSN também é responsável por fazer cumprir as exigências da Autoridade de Segurança Nuclear (ASN) e incentivar a mentalidade de segurança em toda a BNA.

Os principais procedimentos de conservação preventiva e segurança industrial são:

PA-GE 09 - Segurança e Higiene Industrial - Critérios Gerais.

PA-GE 46 - Programa de Inspeção da Base pelos Gerentes.

PA-GE 67 - Acesso de Pessoal à área do Meio Naval com propulsão nuclear.

PA-GE 81 - Sistemática para Exclusão de Materiais Estranhos.

PA-GE 82 - Utilização de Bloqueios de Segurança – Sistemática.

PA-GE 87 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados.

4.17 Gerenciamento de Parada para recarregamento

O momento em que o Meio Naval com propulsão nuclear se encontra no Período de Manutenção Geral (PMG), além das rotinas específicas de manutenção no reator, é esperado que ele execute a troca de seu elemento combustível.

Para que essas interrupções, ou paradas, do Meio Naval sejam bem-sucedidas, a BNA foca no planejamento, pois apenas um planejamento adequado é capaz de melhorar a segurança e desempenho operacional do Meio. As interrupções bem planejadas garantem que todo o trabalho seja concluído de acordo com os padrões de qualidade exigidos de forma eficiente e eficaz, e que o trabalho seja devidamente verificado e documentado.

A BNA faz um pré-planejamento detalhado e abrangente com o intuito de:

- a) otimizar as durações dos PMR, PDR, e principalmente, dos PMG do Meio Naval;
- b) evitar extensões desnecessárias das interrupções;
- c) garantir uma operação segura e confiável do reator;
- d) garantir ao Meio Naval seu retorno operacional;
- e) minimizar a exposição à radiação do pessoal;
- f) evitar que o BNA esteja inoperante ou parcialmente inoperante no momento da parada do Meio Naval; e
- g) Evitar que o pessoal da base esteja mobilizado em outras atividades no momento da chegada do Meio nas instalações da Base.

As avaliações feitas no pós-interrupção realizado pela superintendência de operação e de manutenção fornecem feedback importante para o gerenciamento e otimização do planejamento, preparação e execução da próxima interrupção.

Para a BNA, o período de interrupção do Meio Naval é considerado como parte da operação, pois certos sistemas funcionais permanecem ativos, cumprindo suas funções específicas, como o resfriamento do combustível e a prevenção da liberação de radioatividade para o meio ambiente.

Antes do início do PMG do Meio Naval, a BNA monitora a capacidade de resfriamento, controle de estoque, controle de reatividade, disponibilidade de energia elétrica e integridade das barreiras de produtos de fissão etc.

A BNA estabelece requisitos específicos para garantir a defesa em profundidade ao manter funções de segurança do Meio Naval durante seu PMG. Todos os desvios do plano de interrupção original são avaliados e aprovados cuidadosamente pelo conselho técnico da Base e o operador do Meio Naval.

Com relação à segurança nuclear, a BNA utiliza a avaliação probabilística de segurança de interrupção (PSA) como ferramentas para monitorar o status de segurança do reator do Meio Naval em PMG.

Os princípios, que são levados em consideração, para uma estratégia otimizada durante as paradas são:

- a) Segurança nuclear que é suportada por uma boa cultura de segurança;
- b) Políticas de gerenciamento para melhoria contínua;
- c) Otimização dos programas de manutenção e inspeção;
- d) Controle de configuração e modificação de projetos;
- e) Monitoração e acompanhamento da preparação e execução do programa de parada;
- f) Política do pessoal da planta para suportar o desenvolvimento efetivo da parada e;
- g) Fatores econômicos.

Para o cumprimento dessas atividades, a BNA conta com:

- Sistema de Troca e Recarga (STR), responsável pela substituição de elementos combustíveis no período de recarga.
- Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN), responsável por armazenar os elementos combustíveis novos de tal maneira que evite formação de massa crítica e evitar liberação de materiais radioativos.
- Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR), responsável por armazenar os elementos combustíveis removidos do núcleo do reator.

A BNA executa o PMG de acordo com os procedimentos:

PA-GE 51 - Plano de Segurança em Paradas.

PA-GE 49 -Diretrizes Gerais para o PMG do Meio Naval.

4.18 Gerenciamento do Núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos Combustíveis

4.18.1 Controle de Material Nuclear

A BNA, para obter a autorização para utilização de Material Nuclear (AUMAN), dispõe de um Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN), que consiste em:

- a) áreas de balanço de material;
- b) dispositivos de contenção e equipamentos de vigilância;
- c) sistemas de medição;
- d) registros e relatórios;
- e) identificação de perdas e determinação do material não contabilizado;
- f) outros procedimentos aplicáveis.

No início do controle, a BNA contabiliza o inventário de áreas de balanço de material sujeitas a acordos de salvaguardas.

O final do controle do material nuclear realizado pela BNA, ocorre quando:

- a) tiver sido transferido para uso não nuclear;
- b) tiver sido consumido ou diluído a ponto de não mais poder ser empregado em qualquer uso nuclear relevante;
- c) tiver se tornado rejeito irrecuperável.

A BNA conta com uma área de balanço de material e um sistema adequado de medidas que permite, com a incerteza que corresponde a cada caso, determinar o inventário de material nuclear e suas variações.

Esse sistema de medidas consiste em:

- a) pontos chave de medida;
- b) instrumentos e técnicas utilizados para se determinar o inventário de material nuclear e suas variações;
- c) erros sistemáticos e aleatórios associados ao sistema de medidas;
- d) base de cálculo utilizada no caso de valores estimados; e

- e) programa de controle do sistema de medidas.

O SGQ estabelecido na BNA faz o controle dos registros gerados no controle de material nuclear, conforme os procedimentos de controle de documentos e controle de registros da garantia da qualidade. (itens 4.4 e 4.12 do PGQ).

As instalações reservadas para balanço de material mantêm registros de contabilidade e registros operacionais. Os registros de contabilidade deverão conter para cada área de balanço de material:

- a) todas as variações de inventário de material nuclear no início e no fim da parada do Meio Naval com propulsão nuclear, de maneira que seja possível determinar o inventário de livro a qualquer momento;
- b) todos os resultados das medidas utilizadas para determinar o inventário físico, e
- c) todos os ajustes e correções efetuadas com respeito às variações de inventário, aos inventários de livro e aos inventários físicos.

4.18.2 Registros de Contabilidade

Os registros de contabilidade são gerados pelo pessoal do SACN e SACR, e contêm:

- a) a identificação do material nuclear, os dados do lote e os dados de origem, com respeito a cada lote de material nuclear e para todas as variações de inventário e inventário físicos;
- b) informações como o balanço de cada área, identificação dos materiais e dados do lote, tipo e a data de variação do inventário, e as áreas de balanço de material de origem e destino;
- c) São mantidos separados por lotes e por categoria de material nuclear.

4.18.3 Registros de Operação

Os Registros de Operação são gerados e mantidos pelo Meio Naval de propulsão nuclear, e contêm:

- a) os dados de operação utilizados para determinar as variações nas quantidades e nas composições dos materiais nucleares;
- b) uma descrição das ações adotadas para averiguar a causa e a magnitude de qualquer perda acidental que possa ocorrer; e

c) uma descrição da sequência de atividades realizadas para a preparação e tomada do inventário físico. Esta descrição contém os procedimentos para a determinação e avaliação do material não contabilizado.

4.18.4 Manuseio dos elementos combustíveis

A BNA é responsável por todas as atividades associadas com o gerenciamento do núcleo do reator e o manuseio dos elementos combustíveis, a fim de garantir a segurança no uso, movimentação e armazenagem, conforme estabelece a Norma CNEN-NE-5.02 “Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Nucleoelétricas”.

Para o gerenciamento do núcleo do reator e manuseio dos elementos combustíveis existem, no MOBA, procedimentos e especificações que definem:

- a) as atividades de aquisição, carregamento, utilização, descarregamento, armazenagem e testes dos elementos combustíveis e dos componentes do núcleo do reator; e
- b) o estabelecimento de um programa para prever, evitar, detectar e minimizar falhas em elementos combustíveis;
- c) critérios e procedimentos para lidar com falhas de elementos combustíveis, a fim de minimizar a atividade de produtos de fissão no refrigerante do primário ou em efluentes gasosos;
- d) do sistema de registro abrangendo o gerenciamento do núcleo do reator e as atividades de manuseio dos elementos combustíveis e dos componentes do núcleo e de armazenagem dos elementos combustíveis.

A realização, durante o ciclo de monitorações periódicas dos parâmetros nucleares e termohidráulicos é de responsabilidade do Meio Naval. Algumas dessas atividades só poderão ser conduzidas quando houver uma parada do Meio Naval (PMG). Parte das ações são compartilhadas com o navio, principalmente quando ele estiver em operação.

Os procedimentos relacionados com o gerenciamento do núcleo do reator e manuseio dos elementos combustíveis são:

Volume I do MOBA:

- PA-GE 53 - Programa de Monitoração da Integridade do Combustível Nuclear.

Volume IV do MOBA:

- Procedimentos de Reator e Performance – PP-R e inclui o Livro de Dados do Reator.

Volume V do MOBA:

- Procedimentos de Manuseio do Combustível Nuclear – PC-M.

4.19 Preparação para emergência

São estabelecidos procedimentos para se implementar as responsabilidades da BNA no que se refere ao Plano de Emergência Local (PEL), incluindo as ações a serem tomadas em situações que possam conduzir a uma liberação descontrolada de material radioativo, mas restrita aos limites da área da Base, situações de emergência resultantes de manuseio ou armazenagem de elementos combustíveis, incêndios e outros acidentes de natureza não nuclear e de atendimento a pessoas acidentadas.

O PEL da BNA inclui a descrição dos arranjos de emergência para atender as situações abaixo ou uma combinação delas:

- a) situações que possam conduzir a uma liberação descontrolada de material radioativo, mas restrita aos limites da área da BNA;
- b) situações de emergência resultantes de manuseio ou armazenagem de elementos combustíveis na BNA;
- c) incêndios e outros acidentes de natureza não nuclear (ex: liberação de gases e vapores tóxicos ou explosivos); e
- d) atendimento de pessoas acidentadas.

São estabelecidos procedimentos para que o pessoal que trabalha na Base e no Meio Naval com propulsão nuclear seja instruído e treinado periodicamente, para o desempenho de seus deveres em situações de emergência, além de ser informadas de como agir em situações de emergência, através de instruções básicas afixadas em locais apropriados.

Periodicamente, serão realizados exercícios simulados, para testar o atendimento às situações de emergência, conforme definidas no PEL, envolvendo o maior número possível de suas unidades organizacionais, seguindo um procedimento apropriado.

Todas as pessoas que se encontram na BNA são informadas, de como agir em situações de emergência, através de instruções básicas afixadas em locais apropriados e programas de

treinamentos. A BNA conta com o Sistema de Suporte à Saúde (SSS), dotado de instalações para primeiros socorros, enfermaria e descontaminação de pessoal, incluindo:

- a) equipamento local para monitoração de pessoal;
- b) instalações e equipamentos locais para descontaminação de pessoal;
- c) instalações e equipamentos médicos locais para tratamento adequado de emergência e primeiros socorros;
- d) serviços médicos, ou de outras pessoas qualificadas, para atuação em casos de exposição de emergência;
- e) serviços para transporte de pessoas feridas ou contaminadas, para tratamento em estabelecimentos hospitalares externos

Os procedimentos do MOBA relacionados com a Emergência são:

Volume I (Geral)

PA-GE 07 – Plano de Emergência Local

Volume XIV (Emergência)

PE-O - Condição de Alerta

PE-R - Emergência de Área

PE-G - Emergência Geral

PE-D - Limites de Doses para Emergência

4.20 Monitoração Ambiental

É estabelecido em procedimentos um programa de gerenciamento de rejeitos radioativos, no qual são incluídos o tratamento, o acondicionamento, o armazenamento inicial, o transporte, a deposição provisória dos rejeitos e a monitoração externa, seguindo as normas da CNEN e da ASN.

São incluídas em procedimentos medidas para minimizar e controlar a geração de rejeitos radioativos e a liberação de efluentes, em termos de volume e atividade, para que o impacto radiológico durante a operação seja tão baixo quanto razoavelmente exequível, inclusive tendo em vista o futuro descomissionamento da usina. Estes limites de liberação seguem o

estabelecido nas especificações técnicas e estão sujeitos à revisão periódica, à luz da experiência e do desenvolvimento tecnológico.

O BNA submete à apreciação da CNEN e do ASN, documentos indicando os níveis de liberação para efluentes e os métodos e procedimentos para monitorar e controlar tais liberações dentro da orientação estabelecida pela Norma CNEN-NE-1.04 “Licenciamento de Instalações Nucleares”. Os documentos demonstram que o impacto radiológico avaliado e a exposição ao público em geral são mantidos tão baixos quanto razoavelmente exequíveis e inclui propostas para um programa adequado de monitoração externa.

O Meio Naval deve submeter documentos indicando os níveis de liberação de efluentes radioativos para o ASN.

A BNA tem gerência dos efluentes e rejeitos do Meio Naval com propulsão nuclear apenas quando ele estiver docado ou atracado em suas instalações. Essa atividade é desempenhada pelo Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR).

O SGR é composto de: Sistema de Descontaminação (SD), Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR) e Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR). Cabe ao SRBR e ao SRAR a coleta dos efluentes do Meio Naval para sua correta destinação. Os principais procedimentos estabelecidos no MOBA para Gerenciamento de Efluentes e rejeitos radioativos são:

PA-AG 11 - Programa de monitoração ambiental radiológica operacional do depósito inicial de rejeitos sólidos de baixa e média atividades.

PA-RG 11 - Transporte de material radioativo contaminado ou combustível nuclear.

PA-RG 14 - Liberação de efluentes radioativos e não radioativos da BNA.

PA-RG 17 - Controle de Estocagem de materiais contaminados em áreas controladas

4.21 Proteção contra Incêndio

É estabelecido um Plano de Proteção Contra Incêndio (PPI) e procedimentos específicos, que atendam às exigências regulatórias.

O PPI aplica-se, a partir do recebimento dos elementos combustíveis pelo Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN), para o primeiro carregamento do núcleo do Meio Naval, às atividades e itens de proteção contra incêndio (PI) constantes das áreas da BNA.

O PPI da BNA contém:

1. descrição detalhada de cada um dos seguintes sistemas, equipamentos e recursos de PI:
 - a) sistema de detecção e alarme de incêndio;
 - b) sistema de acionamento das brigadas de incêndio;
 - c) sistema fixo, móvel e portátil de extinção de incêndio;
 - d) iluminação de emergência para as vias de escape e o combate a incêndio;
 - e) barreiras corta-fogo;
 - f) recursos do sistema de ventilação aplicáveis à Proteção contra Incêndio;
 - g) sistema de comunicação utilizáveis na Proteção contra Incêndio;
2. plantas baixas das elevações de cada estrutura, contendo:
 - a) os limites das áreas de incêndio;
 - b) identificação das porta corta-fogo;
 - c) localização dos acionadores manuais, detetores e painéis de alarme de incêndio;
 - d) localização dos principais componentes dos sistemas fixos, móveis e portáteis de
 - e) extinção de incêndio; com identificação dos pontos onde estão posicionados os
 - f) extintores e hidrantes;
 - g) referência às classes e duração do incêndio postulado para cada área de incêndio;
 - h) referência ao procedimento próprio de combate a incêndio para as áreas
 - i) específicas, quando aplicável; e
 - j) identificação das vias de escape;
3. procedimentos, com suas respectivas responsabilidades, para execução das seguintes atividades de PI:
 - a) divulgação do princípio de incêndio;
 - b) composição das brigadas de incêndio;
 - c) acionamento das brigadas de incêndio;
 - d) manutenção e/ou testes periódicos operacionais dos sistemas, componentes e
 - e) materiais de PI;
 - f) elaboração e atualização das sinalizações de PI, inclusive vias de escape;
 - g) realização de inspeções periódicas de conservação preventiva, conforme a Norma
 - h) CNEN-NE-1.18;
 - i) realização de inspeções periódicas nos sistemas e materiais de PI;
 - j) treinamento inicial para todos os trabalhadores das áreas cobertas pelo PPI e

- k) retreinamento periódico do pessoal das brigadas;
- l) implementação dos controles administrativos de PI;
- m) combate a incêndio; e
- n) avaliação das causas e consequências de qualquer incêndio ocorrido, bem como do seu impacto sobre os itens importantes à segurança e medidas corretivas, quando necessárias.

Todos os sistemas, equipamentos e recursos de PI (cap 4.21 item 1) é fornecido e mantido pelo Sistema de Proteção Física (SPF) da BNA. O pessoal da Proteção Física é responsável pela elaboração, implementação e verificação da eficácia do PPI. Os principais procedimentos estabelecidos no MOBA para proteção contra incêndio são:

Volume I (Geral):

- PA-GE 32 - Proteção Contra Incêndio na BNA

Volume XVI (Plano de proteção contra incêndio):

- PPI-A - Procedimentos Administrativos do Sistema de Proteção Contra Incêndio
- PPI-C - Procedimentos de Combate a Incêndio
- PPI-S- Procedimentos de Detecção, Alarme e Combate a Incêndio
- PPI-R - Análise de Riscos de Incêndio para as Áreas

4.22 Proteção Radiológica

A BNA, como responsável pelo controle das doses de radiação recebidas pelo pessoal, bem como das quantidades de materiais radioativos liberados para o meio ambiente e do respectivo impacto, estabelece um Plano de Radioproteção, com o propósito de assegurar que todas as atividades envolvendo exposição de pessoal à radiação sejam planejadas, supervisionadas e executadas para manter as exposições tão baixas quanto razoavelmente exequíveis (ALARA), não devendo as doses individuais do pessoal e do público da área, exceder os limites anuais de dose equivalente estabelecidos em Norma.

Este plano estabelece ainda que a implementação do Plano de Radioproteção é da responsabilidade de um supervisor de radioproteção, com conhecimento dos aspectos radiológicos do projeto e da operação da usina e enfatiza que todo o pessoal da usina tem

responsabilidade individual de colocar em prática as medidas de controle da exposição à radiação.

É importante mencionar que o Plano de Radioproteção da BNA engloba o Meio Naval com propulsão nuclear apenas quando este estiver em suas instalações. Quando o Meio estiver em operação, o próprio deve conduzir o seu Plano de Radioproteção.

Para a consecução do Plano de Radioproteção são emitidos procedimentos que tratam dos seguintes tópicos:

- a) acompanhamento e registro das doses individuais dos trabalhadores ocupacionalmente expostos;
- b) manutenção de instrumentos e equipamentos para monitoração e proteção pessoal;
- a) mapeamento, sinalização e monitoração de áreas quanto aos níveis de radiação;
- b) aspectos de radioproteção nos diversos procedimentos de manutenção e operação;
- c) monitoração do meio ambiente;
- d) monitoração e descontaminação de pessoal, equipamentos e estruturas;
- e) transporte de materiais radioativos;
- f) programa de treinamento dos trabalhadores; e
- g) controle médico dos trabalhadores.

O pessoal do Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR) provê treinamento adequado ao pessoal da BNA e do Meio Naval de modo a conscientizá-los dos riscos radiológicos e das medidas de proteção disponíveis. Além disso, o SMPR monitora e registra todos os pontos sensíveis e instalam barreiras de proteção (blindagens) nos locais onde se fizer necessário ou até realizar a interdição de áreas onde os níveis de radiação apresentem-se acima do limite. O Sistema mantém o controle e registro do estado dos EPI e das barreiras de proteção e dos próprios equipamentos de monitoração. É composto por equipamentos de monitoração da radiação e área de armazenamento desses equipamentos

Todo o pessoal da BNA e Meio Naval tem a responsabilidade individual de colocar em prática as medidas de controle da exposição à radiação, que são especificadas no Plano de Radioproteção.

Cabe ao SMPR assegurar, através de supervisão, inspeções e auditorias, que o Plano de Radioproteção está sendo corretamente implementado e realiza ações corretivas, se necessário.

Todo o pessoal da BNA e do Meio Naval, que possa ser ocupacionalmente exposto à radiação ionizante, está sujeito ao controle médico do Sistema de Suporte à Saúde (SSS) da BNA. Os registros dessas exposições são mantidos e colocados à disposição da CNEN e ASN.

Os procedimentos de radioproteção fazem parte do MBA, são eles:

Volume I (Geral):

- PA-GE 08 - Programa de Proteção Radiológica
- PA-RG - Procedimentos gerais
- PA-PR - Procedimentos Específicos

Volume VIII (Proteção Radiológica):

- PR-O - Proteção Radiológica

4.23 Gerenciamento de Risco

Na BNA, os riscos identificados e caracterizados são avaliados em seguida com relação à melhor combinação de técnicas de gerenciamento. Três categorias genéricas de técnicas de gerenciamento de risco incluem redução de risco, retenção de risco e transferência de risco. Na prática, um ou mais dessas técnicas são usadas no gerenciamento de riscos associados a um determinado problema.

A redução do risco envolve pelo menos duas dimensões. Em primeiro lugar, para reduzir a probabilidade (ou frequência) de que um evento ocorra e, em segundo lugar, para reduzir as consequências de um evento, caso ele ocorra. As técnicas utilizadas na BNA para reduzir a frequência de ocorrência incluem, por exemplo, medidas de engenharia, educação dos funcionários (cultura de segurança) e aplicação de padrões.

A redução da gravidade inclui medidas para evitar que os eventos progridam para episódios mais graves, bem como medidas para reduzir o impacto econômico de interrupções graves.

Existem medidas na redução de risco na BNA que podem ser ações pré-evento, simultâneas-com-evento e / ou pós-evento.

Outra forma de compreender as ferramentas de redução / controle é caracterizá-las de acordo se elas focam a atenção no comportamento dos indivíduos envolvidos, no funcionamento dos ativos físicos (máquinas, sistemas de controle, etc.), ou o ambiente no qual o evento ocorreria.

Algumas técnicas adotadas na redução de risco incluem duplicação e separação de ativos, técnicas de recuperação, reabilitação e reparo ou recuperação, redundância de sistemas, arrendamento, subcontratação, acordos de isenção de responsabilidade e acordos de indenização.

As ações empreendidas para mudar a natureza de uma situação de risco incluem:

- Objetivo de reduzir a incerteza ou aumentar a certeza;
- Tentar mudar eventos de alta probabilidade para probabilidades médias ou baixas;
- Aumentar a qualidade de um sistema ou componente para reduzir a probabilidade de falha;
- Melhorar o treinamento do pessoal responsável pelos sistemas;
- Redução do tempo que um sistema, componente ou pessoa fica exposto ao ambiente de risco;
- Uso de procedimentos bem definidos e documentados;
- revisão por pares de processos e procedimentos.

Nesse contexto, são estabelecidos procedimentos para que seja desenvolvido, aplicado e permanentemente aperfeiçoado um modelo para gerenciamento do risco associado às diversas configurações operacionais, incorporando, à sua base de dados, a experiência operacional específica acumulada durante um período de tempo em que esses dados sejam estatisticamente significativos. É considerado o impacto no risco total, quantificado através deste modelo, nas tomadas de decisão envolvendo modificações de projeto, alterações ou exceções às especificações técnicas, gerenciamento de configurações de sistemas, planejamento de manutenção e testes periódicos, análise de eventos operacionais e outras atividades.

Para o gerenciamento de riscos existe o procedimento no MOBA, volume I:

- PA-GE 65 - Gestão de Risco de atividades de manutenção.
- PA-GE 51 - Plano de Segurança em PMG.

De acordo com o procedimento PA-GE 65, a gestão de risco tem por meta a monitoração e o controle de configurações operacionais que impliquem em riscos à instalação industrial, a propriedades e ao público em geral diretamente envolvido ou não na operação do Meio Naval. A gestão de risco, através deste procedimento, considera o cálculo do parâmetro frequência de danos ao núcleo do reator para quaisquer interferências sobre a tolerabilidade do risco operacional.

O objetivo deste procedimento é fornecer um guia específico para a gestão de risco para a BNA, com ou sem o Meio Naval em suas instalações, de modo a minimizar o risco para o pessoal, equipamentos e sistemas, bem como manter a proteção e a segurança para o público. São estabelecidos as bases e os critérios para uma consideração ponderada da tolerabilidade do risco de acidentes em diversas configurações operacionais da BNA. Sua aplicação se baseia em técnicas quantitativas e/ou qualitativas de gestão de risco tendo-se como base o modelo de APS.

Os procedimentos específicos de gerenciamento de risco, envolvendo APS, estão no volume XI do MOBA, a seguir:

- PG-R 001 - Manutenção e Atualização da APS.
- PG-R 002 - Plano da Qualidade para Análise Probabilística de Segurança.
- PG-R 003 - Plano de Utilização da Análise Probabilística de Segurança.
- PG-R 004 - Aplicação dos Modelos de APS para Gestão de Risco.

O Procedimento PA-GE 51 é aplicado para a gestão de risco durante a parada (PMG) do Meio Naval com propulsão nuclear, orientando a elaboração de uma análise de natureza qualitativa do risco associado ao desligamento do reator, auxiliando no processo de tomada de decisão operacional durante as fases de desligamento e retorno do reator do Meio Naval com propulsão Nuclear.

4.24 Reavaliação Periódica de Segurança

4.24.1 Objetivos

A norma CNEN-1.26 estabelece que a partir da emissão da Autorização para Operação permanente, a organização operadora deverá conduzir, a cada dez anos, uma reavaliação de segurança em usinas.

A BNA possui um modo de operação bem diferente de uma instalação nuclear convencional, entretanto, por ser responsável pela manutenção do Meio Naval com propulsão nuclear, ela deve seguir os mesmos princípios fundamentais de segurança de uma usina.

O objetivo da Reavaliação Periódica de Segurança (RPS) realizada pela BNA é determinar por meio de uma avaliação abrangente:

- I. A adequação e eficácia dos arranjos e das estruturas, sistemas e componentes que estão em vigor para garantir a segurança da planta até a próxima RPS ou até o final da operação planejada;

- II. Até que ponto a planta está em conformidade com os atuais padrões de segurança e práticas operacionais nacionais e / ou internacionais;
- III. Melhorias de segurança e prazos para a sua implementação;
- IV. Em que medida a documentação de segurança, incluindo a base de licenciamento, permanece válida;
- V. Em apoio ao processo de tomada de decisão para renovação de licença ou operações de longo prazo.

Diante disso, a BNA realiza um RPS a cada dez anos após o início de sua operação e, em seguida, realizará RPSs subsequentes em intervalos de dez anos até o final de sua operação. Dez anos é considerado um intervalo apropriado para tais revisões, tendo em vista a probabilidade, dentro deste período, do seguinte:

- a) Alterações nas normas de segurança, práticas operacionais, tecnologia, conhecimentos científicos subjacentes ou técnicas analíticas nacionais e internacionais;
- b) O potencial para os efeitos cumulativos das modificações nas instalações afetarem adversamente a segurança ou a acessibilidade e usabilidade da documentação de segurança;
- c) Identificação de tendências ou efeitos significativos do envelhecimento;
- d) Acumulação de experiência operacional relevante;
- e) Mudanças na forma como a planta é, ou será, operada;
- f) Mudanças no ambiente natural, industrial ou demográfico nas proximidades da BNA;
- g) Mudanças nos níveis de pessoal ou na experiência do pessoal;
- h) Mudanças nas estruturas e procedimentos de gestão da organização operacional da Base.

O período de execução da RPS da BNA não poderá ultrapassar 18 (dezoito) meses e é dividido em 3 (três) etapas:

- a) Levantamento do nível corrente de segurança a ser apresentado em um relatório abordando as áreas ou fatores citados no parágrafo anterior, listando para cada um destes, os pontos fortes e as deficiências identificadas na confrontação com padrões e práticas de segurança;
- b) Avaliação do impacto na segurança das deficiências identificadas e proposição de medidas compensatórias correspondentes; e
- c) Atualização do modelo para gerenciamento do risco, mencionada no item 4.23.

Após concluído, os relatórios decorrentes da RPS são submetidos ao órgão regulador, a fim de fornecer subsídios para a ratificação, retificação ou cancelamento dos termos vigentes da autorização para operação permanente.

4.24.2 Relatório do RPS

Ao final da RPS, a equipe responsável produz o relatório com os 14 itens recomendados pela IAEA:

A. Fatores de segurança relacionados à planta

- 1) Projeto da planta;
- 2) Condição real de estruturas, sistemas e componentes importantes para segurança;
- 3) qualificação do equipamento;
- 4) Envelhecimento;

B. Fatores de segurança relacionados à análise de segurança;

- 5) Análise determinística de segurança;
- 6) Avaliação probabilística de segurança;
- 7) Análise de perigo.

C. Fatores de segurança relacionados ao desempenho e feedback da experiência

- 8) Desempenho de segurança;
- 9) Uso da experiência de outras plantas e resultados de pesquisas.

D. Fatores de segurança relacionados à gestão

- 10) Organização, sistema de gestão e cultura de segurança;
- 11) Procedimentos;
- 12) Fatores humanos;
- 13) Planejamento de emergência.

E. Fatores de segurança relacionados ao meio ambiente

- 14) Impacto radiológico no meio ambiente.

A BNA conduz a RPS de acordo com o procedimento do MOBA. Cada item específico é avaliado como sendo um ponto positivo (ponto forte) ou negativo (desvio). Além disso, é levantado as propostas para melhorias da segurança e um plano de implementação integrado.

O plano de implementação integrado engloba as melhorias de segurança razoáveis e praticáveis a serem realizadas de acordo com um cronograma acordado com a CNEN e ASN. A fase seguinte ao RPS, em que as melhorias de segurança são implementadas, não é considerada uma atividade do RPS e, portanto, não é abordada em procedimento.

O Meio Naval com propulsão nuclear deverá apresentar o seu RPS ao ASN, de acordo com a periodicidade definida pela autoridade, cabendo à BNA apenas relatar os óbices ocorridos durante os períodos de manutenção do Navio.

4.25 Cultura de Segurança

O Sistema de Segurança Nuclear (SSN) da BNA é responsável por fazer cumprir as exigências da Autoridade de Segurança Nuclear (ASN) e incentivar a mentalidade de segurança em todo o complexo de instalações. A equipe do SSN é encarregada de realizar o contato com a ASN e promover a cultura de segurança na Base Naval por meio de treinamentos e orientações às equipes.

Além disso, a alta administração e os gerentes da BNA também promovem uma forte cultura de segurança. Cabe a todos os indivíduos da organização contribuir para promover e sustentar uma forte cultura de segurança.

Os alta administração e os gerentes defendem e apoiam o seguinte:

- a) Um entendimento comum de segurança e cultura de segurança, incluindo: consciência dos riscos e perigos da radiação relacionados ao trabalho e ao ambiente de trabalho; uma compreensão da importância dos riscos de radiação e perigos para a segurança; e um compromisso coletivo com a segurança por equipes e indivíduos;
- b) Aceitação por parte dos indivíduos da responsabilidade pessoal por suas atitudes e conduta em relação à segurança;
- c) Uma cultura organizacional que apoia e incentiva a confiança, a colaboração, a consulta e a comunicação;
- d) O relato de problemas relacionados a fatores técnicos, humanos e organizacionais e o relato de quaisquer deficiências em estruturas, sistemas e componentes para evitar a degradação da segurança, incluindo o reconhecimento oportuno e o relato das ações tomadas;

- e) Medidas para encorajar uma atitude de questionamento e aprendizado em todos os níveis da organização e para desencorajar a complacência com relação à segurança;
- f) Os meios pelos quais a organização busca aumentar a segurança e promover e sustentar uma forte cultura de segurança, e usando uma abordagem sistêmica (ou seja, uma abordagem relativa ao sistema como um todo em que as interações entre fatores técnicos, humanos e organizacionais são devidamente consideradas);
- g) Tomada de decisão orientada para a segurança em todas as atividades;
- h) A troca de ideias e a combinação de cultura de segurança e cultura de segurança.

APÊNDICE B – PERGUNTAS DAS ENTREVISTAS.

Quadro 20 – Entrevista à área de qualidade.

Qualidade	
Dados do entrevistado	Nome:
	Formação:
	Função:
Dados da entrevista	Data:
	Local:
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é identificar os elementos, a abrangência, funcionamento, vantagens e desvantagens de um Sistema de Garantia da Qualidade em uma usina com planta nuclear convencional na visão do setor de qualidade.
Perguntas	
Pergunta 1	Como está organizado o setor da Qualidade de Angra?
Pergunta 2	Como é feita a divisão das atividades desempenhadas por cada membro do setor da qualidade?
Pergunta 3	Quais as competências e habilidades que o pessoal do setor da qualidade necessita possuir? Existe uma matriz de competências? Como ela é inserida dentro do SGQ?
Pergunta 4	Poderia descrever como está estruturado o Sistema de Garantia da Qualidade (SGQ) da Usina Nuclear?
Pergunta 5	Quais os benefícios práticos de um SGQ para a segurança nuclear da Usina de Angra I?
Pergunta 6	Como a política da qualidade e o plano estratégico estão relacionados com o SGQ?
Pergunta 7	Quais as normas utilizadas pelo Sistema de Garantia da Qualidade da usina nuclear de Angra I?
Pergunta 8	De forma resumida, qual seria as primeiras atividades para se implementar um sistema de Garantia da Qualidade em uma Usina Nuclear?
Pergunta 9	Quais normas são utilizadas no SGQ além das normas da CNEN? Alguma norma da IAEA ou ISO é utilizada?
Pergunta 10	Quais indicadores são utilizados pelo SGQ da usina de Angra?
Pergunta 11	Qual a infraestrutura de hardware e software que a equipe da qualidade faz uso para manter o SGQ operando?
Pergunta 12	Poderia descrever como é realizado o controle de Documentos?
Pergunta 13	Poderia descrever como é realizado o controle de Projetos?
Pergunta 14	Poderia descrever como é realizado o controle de Aquisições?
Pergunta 15	Poderia descrever como é realizado o controle de Materiais
Pergunta 16	Poderia descrever como é realizado o controle de Processos?
Pergunta 17	Poderia descrever como é realizado o controle de Inspeção e testes?

Pergunta 18	Poderia descrever como é realizado o controle de itens não conforme?
Pergunta 19	Poderia descrever como é conduzida as ações corretivas?
Pergunta 20	Poderia descrever todo o processo dos registros de garantia da qualidade, da sua elaboração até seu arquivamento?
Pergunta 21	Poderia descrever como é conduzida as auditorias internas, periodicidade, características, fatores críticos etc.?
Pergunta 22	Como é realizada a autoavaliação?
Pergunta 23	Como é executado as atividades de gerenciamento da degradação por envelhecimento da Usina de Angra I?
Pergunta 24	Poderia descrever o processo de qualificação de fornecedores de itens importantes à segurança?
Pergunta 25	Poderia comentar a função do OSTI na Usina de Angra? Como essa interação promove a segurança nuclear?
Pergunta 26	Na sua opinião, poder-se-ia adotar esse mesmo modelo de implementação em uma organização voltada à manutenção de meios com propulsão nuclear? Quais normas fariam parte do SGQ de uma Base Naval de Apoio?

Fonte: Elaboração própria

Quadro 21 - Entrevista à área da manutenção.

Manutenção	
Dados do entrevistado	Nome:
	Formação:
	Função:
Dados da entrevista	Data:
	Local:
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é identificar os elementos, a abrangência, funcionamento, vantagens e desvantagens de um Sistema de Garantia da Qualidade em uma usina com planta nuclear convencional na visão do setor de manutenção.
Perguntas	
Pergunta 1	Quantas pessoas trabalham no setor da Manutenção da Usina de Angra I?
Pergunta 2	Quais são as funções existentes dentro do setor de manutenção e as respectivas competências necessárias para desempenhar uma determinada função?
Pergunta 3	Como está organizado o setor da Manutenção de Angra? Como está dividida? Possui subdivisões?
Pergunta 4	Poderia descrever, de forma geral, como é realizado o programa de treinamentos voltados à manutenção?
Pergunta 5	Algum serviço de manutenção é terceirizado? Se sim, de que forma impacta na segurança? Como é feita a seleção dessa empresa?
Pergunta 6	Poderia descrever como se relaciona o setor de manutenção com o setor de qualidade da usina nuclear de Angra?
Pergunta 7	Poderia descrever como as atividades de manutenção estão relacionados ao Sistema de Garantia da Qualidade da Usina?
Pergunta 8	Poderia descrever, de forma geral, como são realizadas as manutenções preditivas? Quais técnicas são utilizadas pelo setor de manutenção?
Pergunta 9	Poderia descrever, de forma geral, como são realizadas as manutenções preventivas?
Pergunta 10	Qual o papel do operador com relação à manutenção? Ele desempenha alguma atividade, como por exemplo, limpeza e lubrificação?
Pergunta 11	Como o setor de manutenção trata o envelhecimento de componentes críticos à segurança?
Pergunta 12	Como funciona o Programa de Gerenciamento de Envelhecimento (PGE) em Angra? Como se relaciona com o SGQ da Usina?
Pergunta 13	Como funciona o Programa de Gerenciamento de Obsolescência (PGO) em Angra? Como se relaciona com o SGQ da Usina?
Pergunta 14	Como funciona as atividades de ISI (<i>in service inspection</i>)? Como se relaciona com o SGQ da Usina?

Pergunta 15	Como funciona o planejamento e controle da manutenção (PCM)? Como se relaciona com o SGQ da Usina?
Pergunta 16	Poderia descrever como foi estabelecido o desenvolvimento e implementação do Programa de monitoração da Eficácia da Manutenção?
Pergunta 17	Na sua opinião, poder-se-ia adotar estrutura semelhante de manutenção, ou seja, os mesmos processos em uma organização voltada à manutenção de meios com propulsão nuclear? Quais seriam as diferenças?

Fonte: Elaboração própria

Quadro 22 - Perguntas ao Órgão Licenciador.

Órgão Licenciador	
Dados do entrevistado	Nome:
	Formação:
	Função: Tempo na função:
Dados da entrevista	Data:
	Local:
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é coletar informações e identificar as atividades desempenhadas pelo representante do órgão licenciador em inspeções e auditorias em uma Usina Nuclear.
Pergunta 1	Quantas pessoas trabalham simultaneamente como inspetor residente? Em caso de mais de uma pessoa, como é feita a divisão de tarefas?
Pergunta 2	Poderia descrever como é a rotina de um inspetor residente?
Pergunta 3	Quais são as competências necessárias para ser um auditor residente?
Pergunta 4	Poderia descrever como o órgão licenciador atua com relação as atividades de manutenção da Usina?
Pergunta 5	Poderia descrever como o órgão licenciador atua com relação as atividades do setor da qualidade da Usina?
Pergunta 6	Poderia descrever como são realizadas as auditorias na Usina de Angra?
Pergunta 7	Quais documentos que o licenciado deve submeter ao órgão licenciador? Existe uma análise documental prévia antes de iniciar as auditorias?
Pergunta 8	Poderia descrever como é realizada a auditoria nos documentos de qualidade (RPAS, RFAS PGQ e registros)?
Pergunta 9	Além das atividades de auditoria, existe outras atividades desempenhadas pelo auditor residente?
Pergunta 10	Na sua opinião, quais os benefícios práticos de um Sistema de Garantia da Qualidade para as atividades de manutenção de uma Usina Nuclear?
Pergunta 11	No seu ponto de vista, quais as principais vantagens de se ter um Sistema da Garantia da Qualidade em relação a um Sistema de Gestão com base em normas ISO? Qual sua opinião com relação as normas da IAEA?
Pergunta 12	Na sua opinião, quais as semelhanças e diferenças entre um licenciamento de uma Base de apoio (com ou sem um meio naval de propulsão nuclear atracado) e uma Usina nuclear convencional? Quais normas poderiam ser aplicadas ao SGQ de uma Base Naval de Apoio?

Fonte: Elaboração própria

Quadro 23 - Perguntas à comunidade Acadêmica

Comunidade Acadêmica	
Dados do entrevistado	Nome:
	Formação:
	Função:
Dados da entrevista	Data:
	Local:
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é coletar informações com um representante da comunidade acadêmica sobre licenciamento nuclear.
Bloco único	
Pergunta 1	Quais questões técnicas e de segurança que devem ser tomadas durante as manutenções de um reator nuclear de um meio naval atracado?
Pergunta 2	Quais seriam os elementos e a abrangência de um Sistema de Garantia da Qualidade para uma Base de Apoio a meios navais com propulsão nuclear?
Pergunta 3	Na sua opinião, como deve ser a preparação da equipe de manutenção para executar os serviços de manutenção de um reator embarcado?
Pergunta 4	Saberia informar como ocorrem os serviços de manutenção em meios navais com propulsão nuclear no exterior?
Pergunta 5	Saberia informar se existe algum procedimento ou norma internacional que poderia auxiliar na elaboração de um Sistema de Garantia da Qualidade para uma Base de apoio?
Pergunta 6	Na sua opinião, o que poderia ser feito, em termos de gestão e de garantia da qualidade, para aumentar a segurança nuclear no caso de uma Base de apoio a um meio com propulsão nuclear?
Pergunta 7	A norma CNEN 1.16 prevê requisitos de Controle de: documentos, projetos, aquisições, materiais, processos, inspeção e testes etc. Tendo em vista que o PGQ de ANGRA I ultrapassa os requisitos obrigatórios da CNEN 1.16 mencionados, na sua opinião: quais requisitos adicionais poderiam ser inclusos no PGQ de uma Base de Apoio para fase de operação?
Pergunta 8	Como dito anteriormente, o PGQ de Angra I excede os requisitos da CNEN 1.16. Dos requisitos adicionais, que poderiam ser aplicados para a Base de Apoio a meios navais com propulsão nuclear? <p>a) Conservação Preventiva em Angra I e Segurança Industrial <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>b) Gerenciamento de Paradas para Recarregamento e Manutenções <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>c) Ger. do Núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos Combustíveis</p>

	<p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>d) Radioproteção</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>e) Gerenciamento de Efluentes e Rejeitos Radioativos</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>f) Preparação para Emergências</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>g) Proteção Física</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>h) Proteção Contra Incêndio</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>i) Análise da Operação e da Experiência Operacional</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>j) Gerenciamento do Risco</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>k) Reavaliação Periódica de Segurança</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p> <p>l) Extensão de Vida Útil (LTO)</p> <p><input type="checkbox"/>Sim <input type="checkbox"/>Não</p>
--	---

Fonte: Elaboração própria

APÊNDICE C – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS.

Quadro 24 - Entrevista à Qualidade.

Qualidade	
Dados do entrevistado	Nome: Ana Rosa Baliza Maia
	Formação: Engenheira Metalúrgica (Mestre)
	Função: Supervisora de Qualidade Angra I Tempo na função:
Dados da entrevista	Data: 19/11/2020
	Local: Usina de Angra I
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é identificar os elementos, a abrangência, funcionamento, vantagens e desvantagens de um Sistema de Garantia da Qualidade em uma usina com planta nuclear convencional na visão do setor de qualidade.
<p>1. Como está organizado o setor da Qualidade de Angra?</p> <p>Resposta: <i>A entrevistada respondeu que o setor da qualidade está dividido em Angra I, Angra II e Angra III. Cada um possui dois engenheiros e 1 técnico. Mas no FSAR está definido um quantitativo de 3 engenheiros e 6 técnicos por unidade.</i></p> <p>2. Como é feita a divisão das atividades desempenhadas por cada membro do setor da qualidade?</p> <p>Resposta: <i>A entrevistada respondeu que as divisões são de acordo com a formação. Por exemplo, um Engenheiro metalúrgico atua mais na área da mecânica, um engenheiro elétrico atua mais na parte de elétrica, instrumentação e controle. Dependendo das auditorias a serem realizadas, o Engenheiro da qualidade leva uma pessoa técnica da área, por exemplo: uma auditoria em um laboratório, o pessoal da qualidade leva uma pessoa do departamento de química para auxiliar.</i></p> <p>3. Quais as competências e habilidades que o pessoal do setor da qualidade necessita possuir? Existe uma matriz de competências? Como ela é inserida dentro do SGQ?</p> <p>Resposta: <i>A entrevistada respondeu que existe um procedimento que define os treinamentos mínimos. O único treinamento obrigatório é o de auditor líder para todos da garantia da qualidade. Os outros são solicitados anualmente sempre dentro da área de atuação, dependendo da aprovação da diretoria. Todo ano ocorrem treinamentos internos e externos. Alguns treinamentos internos são realizados pela IAEA e EPRI.</i></p>	

4. Poderia descrever como está estruturado o Sistema de Garantia da Qualidade (SGQ) da Usina Nuclear?

Resposta: *A entrevistada respondeu que existe o DSQ (Descrição do sistema de garantia da qualidade da Eletronuclear) que está no topo da pirâmide de documentos. Logo abaixo está o PGQ de cada usina. Para Angra I e II, o PGQ se encontra no item 17.2 do FSAR (fase de operação) e o de Angra III no item 17.1 do FSAR (fase de construção).*

5. Quais os benefícios práticos de um SGQ para a segurança nuclear da Usina de Angra I?

Resposta: *A entrevistada respondeu que o benefício do PGQ é ter a rastreabilidade de todas as atividades da Usina e ter a garantia de que pessoas com competência executam essas atividades. O SGQ garante a operação segura da usina. Outra vantagem é a existência de registros de itens, de teste, de atividades, de tudo que foi executado na usina para que, no caso de algum problema, a equipe consiga saber o que aconteceu.*

6. Como a política da qualidade e o plano estratégico estão relacionados com o SGQ?

Resposta: *A entrevistada respondeu que a Eletronuclear possui várias políticas, como por exemplo, garantia da qualidade, política da empresa, política do sistema de gestão, de segurança industrial etc. No FSAR capítulo 17.2 está descrito como cada item se relaciona.*

7. Quais as normas utilizadas pelo Sistema de Garantia da Qualidade da usina nuclear de Angra I?

Resposta: *A entrevistada respondeu que basicamente se utiliza as normas da CNEN. A CNEN 1.04 possui um requisito que trata de normas. Esse requisito diz que quando não tiver uma norma nacional, pode-se adotar uma norma da IAEA ou de um país desenvolvido. Desta forma, decidiu-se usar as normas do projetista: Angra I usa normas americanas e Angra II usa normas alemãs. Usa-se também as normas da NRC, ASME e AWS²¹.*

A entrevistada acrescenta que devido as normas alemãs não serem mais atualizadas, Angra II irá migrar para a utilização de normas americanas.

²¹ Do inglês American Welding Society.

8. De forma resumida, qual seria as primeiras atividades para se implementar um Sistema de Garantia da Qualidade em uma Usina Nuclear?

Resposta: *A entrevistada respondeu que primeiramente deve-se cumprir os 13 itens do capítulo 4 da CNEN 1.16 que são derivados dos 18 itens da 10CRF50 App B. Esses são os requisitos básicos e obrigatórios. Entretanto, o departamento da qualidade inseriu no PGQ alguns requisitos da norma CNEN 1.26 e outras normas que foram julgadas pertinentes. Foi adicionado também a Análise Probabilista de Segurança, extensão de vida de Angra I, monitoração da eficácia da manutenção, avaliação periódica de segurança etc. pois foi julgado necessário. A própria CNEN também orientou nesse sentido.*

9. Quais normas são utilizadas no SGQ além das normas da CNEN? Alguma norma da IAEA ou ISO é utilizada?

Resposta: *A entrevistada respondeu que nada impede a utilização das Normas ISO, porém a utilização da norma CNEN 1.16 e demais normas da CNEN são obrigatórias. Por exemplo, os laboratórios da Eletronuclear que são acreditados pela ISO 17025 e são credenciados pela CNEN, logo são utilizadas duas normas, a ISO e a CNEN.*

Com relação as normas da Agência internacional, a entrevistada acrescentou que elas são bastante utilizadas, mas apenas como referência. A preferência é pelo uso das normas NRC em Angra I porque ela foi construída e projetada por meio desses requisitos. Da mesma forma que Angra II utiliza as normas alemãs KTAS. Devido ao acordo firmado entre a CNEN e a Agência internacional (IAEA), a comissão cobra alguns requisitos definidos pela IAEA.

A entrevistada relatou a norma da IAEA que tratava de garantia da qualidade foi atualizada para Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)/Sistema de Gestão Integrado (SGI), acompanhando uma tendência mundial encabeçada pela ISO. Entretanto essas normas mais novas deixavam de lado as atividades de garantia da qualidade. A ETN, por meio do PGQ, estabelece alguns sistemas, além da Gestão da qualidade, mas ainda não é chega a ser um SGI.

A entrevistada comenta que pela Agência Internacional, ter-se-ia um SGI implementado na Usina. Na sua opinião, um SGI tem como função economizar pessoal, mas também deixaria de ter o grupo da garantia da qualidade, ou seja, não teria a equipe de: monitoração de campo, de verificação e inspeção no dia a dia da Usina,

acompanhamento de testes periódicos etc. A IAEA enxergou essa deficiência e criou um sistema de supervisão (Regulatory Oversight of Safety in Nuclear Installations) para preencher essas lacunas do SGI.

A entrevistada enfatiza que o SGI proposto pela Agência Internacional não contemplou o pessoal da garantia da qualidade. Atividades que hoje são realizadas em Angra I, como por exemplo acompanhamento de: testes, manutenções e atividades de proteção contra incêndio etc., deixariam de ser feitas. O modelo adotado pela Agência Internacional foca em auditorias de controle de documentos, controle de registros, controle de não conformidades etc., mas a parte técnica ficou para trás. Em outras palavras, o SGI ficou apenas focada com a parte de gestão, esquecendo da parte mais técnica.

10. Quais indicadores são utilizados pelo SGQ da usina de Angra I?

Resposta: *A entrevistada respondeu que existem os indicadores da operação, da manutenção, e da garantia da qualidade. Dentro da garantia existe o indicador dos acompanhamentos das não conformidades de garantia da qualidade. Existe também as não conformidades da operação (abertas pelo pessoal da operação) e as não conformidades da manutenção (abertas pelo pessoal da manutenção). O sistema é robusto e muito grande, existe indicadores de produtividade e indicadores de sistema. A maioria dos indicadores que são acompanhados pela diretoria da usina: produtividade, dose de radiação do pessoal etc., são indicadores definidos pela WANO. São indicadores baseados nas recomendações da WANO com as metas e intervalos de tolerância. Por exemplo, o indicador de quantos desligamentos programados e desligamentos não programados ocorreram em um período de tempo. Neste caso, os dados são comparados com outras Usina do mundo.*

A entrevistada comentou que os indicadores mais importantes são acompanhados pela alta direção da ETN. A equipe de garantia da qualidade acompanha as Solicitações de Ação Corretiva (SAC), acompanhamento do programa de auditorias. Por exemplo, relatório de monitoração da qualidade é comparada a quantidade realizada de um ano para o outro e analisa o porquê o número de relatórios emitidos variou. Na análise de procedimentos, é comparada a quantidade de procedimentos analisados de um ano para outro. O programa bianual de auditorias também é um indicador relacionado ao

desempenho da ETN que também é monitorado. Geralmente a garantia da qualidade tem 20 auditorias no ano e esse quantitativo deve ser cumprido no prazo.

11. Qual a infraestrutura de hardware e software que a equipe da qualidade faz uso para manter o SGQ operando?

Resposta: *A entrevistada respondeu que a garantia da qualidade usa bancos de dados criados internamente pela ETN. O primeiro banco de dados gera o sequencial das não conformidades e o registro da análise de procedimentos. O segundo banco de dados em SharePoint que gera o sequencial dos relatórios de monitoração da qualidade e os armazena. Os relatórios de auditoria são produzidos em uma máscara no software Word e a secretária da superintendência controla o sequencial. As solicitações de ação corretiva (SAC) são lançadas num sistema chamado Sistema de gestão de pendências (SGP) onde todo mundo pode visualizar as pendências geradas na ETN. Qualquer auditoria que acontecer na Usina e gerar uma não conformidade, de relatório de evento, é registrada no SGP. Qualquer funcionário pode acessar o SGP e registrar uma NC, ou registrar um plano de ação, o auditor pode encerrar uma NC ou pode solicitar algo mais. Em suma, todas as NC da ETN são controladas pelo SGP.*

12. Poderia descrever como é realizado o controle de Documentos?

Resposta: *A entrevistada respondeu que o controle de documentos é realizado por meio do PA GE-03, que detalha o procedimento de controle de documentos, desenhos, manuais etc. O controle dos registros é realizado por meio do PA GE-57, onde está descrito como arquiva os registros gerados pela garantia da qualidade.*

13. Poderia descrever como é realizado o controle de Projetos?

Resposta: *A entrevistada respondeu que o controle de modificações de projeto é mais complexo porque é um processo que começa com a definição do: anteprojeto, projeto básico e projeto executivo. Depois vai para aprovação da usina e possui vários procedimentos que envolve várias gerencias e várias diretorias. A modificação do projeto começa com a diretoria técnica, que é responsável pelo planejamento, e depois vai para a manutenção onde ocorre a implementação. Após a implementação a Engenharia de Sistemas executa os testes de comissionamento. Se tudo ocorrer bem no comissionamento, o processo é encerrado.*

A entrevistada comenta que a garantia da qualidade participa da verificação de todas essas fases e emite relatórios de monitoração da qualidade. A garantia da qualidade acompanha a modificação dos desenhos, acompanha a parte de gestão do processo, às vezes acompanha alguma atividade em campo, mas nem sempre é possível. Geralmente as modificações de projeto são realizadas durante as paradas porque a Usina precisa estar desligada. É raro alguma modificação de projeto acontecer com a usina operando.

14. Poderia descrever como é realizado o controle de Aquisições?

Resposta: Vide item abaixo.

15. Poderia descrever como é realizado o controle de Materiais?

Resposta: *A entrevistada respondeu que existe o procedimento específico que trata de controle de materiais. Tudo começa pelo controle de aquisição do material; todos os itens têm suas especificações detalhadas desde a época da construção da Usina. É por meio do software SAP que os itens comprados normalmente são requisitados. Quando não é possível comprar um item no mercado, ele entra no programa de gerenciamento obsolescência. O pessoal responsável pelo programa deve pesquisar no mercado onde vai comprar o item. Caso não encontre, pode-se propor a modificação de projeto ou a substituição de item. Se o item for substituído por um item similar, deve-se guardar todos os documentos desde a aquisição até a entrega do material. Além disso, o fornecedor desse item precisa ser qualificado.*

A entrevistada comenta que se for aquisição nacional de um item classe nuclear, o fornecedor precisar seguir a CNEN I.16. No caso de aquisição fora do país, precisa seguir a 10CFR50 app B e NQA-1 da ASME. No caso de item que afete a qualidade operacional, como por exemplo a turbina, ou outro item que afete a disponibilidade da Usina, é cobrado que o fornecedor tenha certificação ISO.

A entrevistada ressalta que em casos especiais, é solicitado ao fornecedor um plano da qualidade, tanto para fornecimento de produto ou para serviço.

A entrevistada relata que quando um item chega pelo almoxarifado com toda sua documentação, o almoxarifado executa seus procedimentos de controle da qualidade e verifica parte number do item, se ele está de acordo com o especificado etc. Toda a documentação gerada do item pelo almoxarifado, desde sua entrada à entrega ao requisitante, é verificada pelo pessoal da garantia da qualidade.

Além disso, o almoxarifado tem procedimentos de como cada item deve ser armazenado: temperatura ideal, humidade, tipo de embalagem etc. O requisitante do material deve seguir o procedimento de requisição e preencher o registro de movimentação de material de estoque (MME), onde precisa assinar, datar, explicar onde vai aplicar, qual a finalidade etc.

16. Poderia descrever como é realizado o controle de Processos?

Resposta: *A entrevistada respondeu que existem procedimentos para a execução de processos especiais como ensaios não destrutivos, soldagem, tratamento térmico, proteção contra corrosão e análise química. Existem também procedimentos de qualificação de mão de obra, como por exemplo, o PA-ME 05 – Qualificação de Soldadores e o PA-TG 23 - Qualificação e Certificação de pessoal em Ensaios não Destrutivos.*

A entrevistada comentou que a parte de soldagem é utilizada a norma ASME seção IX. Para pintura, usa-se norma nacional. No caso qualificação de ensaios não destrutivos, usa-se ASME seção V e normas de qualificação CP-189 (ASNT Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personne) e a CNEN autoriza a Usina usar o pessoal qualificado da Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção (ABENDI). No caso de ultrassom de soldas classe nuclear, não tem qualificação de pessoal no Brasil porque a ASME fez uma alteração na qualificação de pessoal (ASME Section XI) e o EPRI criou um programa relacionado à essa questão. Quando ocorre uma parada na Usina, se faz uma inspeção de solda classe nuclear, então vem o pessoal contratado de fora para realizar este serviço.

17. Poderia descrever como é realizado o controle de Inspeção e testes?

Resposta: *A entrevistada respondeu que quando se fala em inspeção, se trata na verdade de condução de ensaios não destrutivos, que podem ser do tipo visual, superficial ou volumétrico. O exame visual é simplesmente o inspetor visualizar o item na procura de não conformidades. O exame superficial pode ser conduzido por meio de partícula magnética, líquido penetrante ou ECT (do inglês, Eddy Current Testing). O exame volumétrico pode ser conduzido por ultrassom, radiografia ou gamagrafia.*

A entrevistada acrescentou que existe o ensaio ECT volumétrico, utilizado na inspeção dos tubos do gerador de vapor. Neste caso, o ensaio analisa a espessura da parede do tubo. Os ensaios não destrutivos são regidos pela ASME seção XI. O código

10CFR50.55A traz os códigos e normas aplicáveis para um intervalo de inspeções. Em Angra I, a norma 10CFR50.55A prevê atualização do programa de inspeção e testes para itens mecânicos a cada 10 anos.

Com relação a testes, a entrevistada comentou que considerando, por exemplo, bombas, válvulas e amortecedores, é usada a norma ASME código OM (do inglês, Operation and Maintenance) e os requisitos de inspeção que estão nas especificações técnicas do capítulo 16 do FSAR. Existem algumas outras inspeções e testes, como por exemplo, parte de química, radioproteção, onde são usadas as normas da CNEN mais algum requisito da EPRI (do inglês, Electric Power Research Institute), NRC etc. O EPRI é muito usado na usina porque trata da área de energia como um todo, mas também da área nuclear. Na ETN é usado os documentos do EPRI para controle químico de água, inspeção dos geradores de vapor etc. Eles também incorporam a experiência operacional externa, eles coletam informações de outras usinas e geram documentos que podem ser usados como uma referência.

Por fim, a entrevistada relatou que existe no MOU o Programa de inspeção e testes (PA GE-10 - Inspeção em serviço e testes periódicos – critérios gerais) e o volume X no MOU que trata apenas de inspeções e testes periódicos obrigatórios. Os processos especiais, ou seja, solda, pintura, corrosão e ensaios não destrutivos, segue normas brasileiras, normas americanas para Angra I ou Alemã para Angra II.

18. Poderia descrever como é realizado o controle de itens não conforme?

Resposta: *A entrevistada respondeu que tem muitas maneiras de identificar itens não conformes; no caso da CNEN, a norma da comissão considera o item não conforme como algo físico. Para a garantia da qualidade da Usina, uma NC pode não estar relacionada a um item físico, mas também a um requisito de norma, um procedimento errado, uma sistemática fora do padrão, um certificado não conforme etc. A norma da CNEN é desatualizada em relação ao termo empregado porque ela foi concebida durante a fase de construção da Usina, daí o termo “item não conforme”.*

A entrevistada relatou que a Usina emite vários tipos de NC, ou por meio da Garantia da qualidade, ou por relatório de eventos. Pode também ser uma NC dada pela própria CNEN.

19. Poderia descrever como é conduzida as ações corretivas?

Resposta: *A entrevistada respondeu que o Sistema de Gestão de Pendências (SGP) da usina permite acompanhar as NC observadas. Para cada NC existe um plano de ação e esse plano é acompanhado para saber se ela foi encerrada ou não. Se for uma NC aberta pela CNEN, as evidências de que o plano de ação foi executado são enviadas para a área de licenciamento, que faz interface entre a Usina e a CNEN propriamente dita. Por fim, a área de licenciamento envia para a CNEN.*

20. Poderia descrever todo o processo dos registros de garantia da qualidade, da sua elaboração até seu arquivamento?

Resposta: *A entrevistada respondeu que existe um procedimento, PA-GE 57 (Arquivo de registros da Usina) que assegura a identificação, coleta, indexação, arquivamento, manutenção e destino dos registros. É importante que eles sejam rapidamente recuperáveis caso haja necessidade. O PA-GE 57 também estabelece que os registros necessitam de um ambiente adequado para minimizar a deterioração ou evitar perdas, e define os tempos de guarda dos registros.*

A entrevistada acrescentou que, para a Usina, registros podem ser: procedimentos, resultados de análises, manutenções, inspeções, testes, exames, ensaios e auditorias, dados sobre as condições pré-operacionais básicas, sobre tratamentos de não-conformidades, notificações de alterações de campo, comissionamento, estado operacional da usina, qualificação, atribuições, exames médicos, treinamento de pessoal, inventário de materiais fisséis, gerenciamento do núcleo do reator, liberações de efluentes, monitoração do meio ambiente, armazenagem de rejeitos radioativos, exposição de pessoas à radiação etc.

21. Poderia descrever como é conduzida as auditorias internas, periodicidade, características, fatores críticos etc.?

Resposta: *A entrevistada respondeu que o Programa de Auditorias é Bianual. Então, por exemplo, se o auditor auditou a operação em 2018, ele irá auditar a operação em 2020. Entretanto, todo ano tem auditorias a serem cumpridas. Caso encontre muitas não conformidades (NC), o auditor pode repetir a auditoria no ano seguinte, ou caso o gerente daquela área solicitar.*

A entrevistada acrescentou que no início do ano é distribuído as auditorias por tema. Cada auditor fica sabendo do período de auditoria e fica responsável pela reunião de abertura, montagem da equipe, coleta de dados e reunião de encerramento. Na reunião de encerramento já são passadas as NC encontradas. Logo em seguida já é elaborado o relatório de auditoria da área que foi auditada.

A entrevistada ressaltou que além de não conformidades, o auditor anota as observações, que nada mais são que pontos de melhorias. Outro importante é fazer o acompanhamento (follow-up) das não conformidades abertas das auditorias anteriores. Desta forma, a auditoria é o somatório do follow-up das NC anteriores e as novas verificações. A lista de verificações deve ser elaborada antes da auditoria pelo auditor e enviada ao auditado.

22. Como é executada a autoavaliação?

Resposta: *A entrevistada respondeu que segundo a norma CNEN-1.16, a própria área deve se autoavaliar, o que na ISO é conhecida como análise crítica pela gerência. A garantia da qualidade verifica se o pessoal de outras áreas está fazendo. A Garantia da Qualidade não analisa o relatório do gestor de uma determinada, mas verifica se a autoavaliação foi feita, se foi gerado o relatório e se tem plano de ação para a área poder atuar nos itens não conformes. Em suma, a Garantia da Qualidade não entra no mérito de verificar as NC encontradas pela área, mas se foi de fato realizada a autoavaliação.*

23. Como é executado as atividades de gerenciamento da degradação por envelhecimento da Usina de Angra I?

Resposta: *A entrevistada respondeu que as usinas nucleares são projetadas para operar por 40 anos. Para extensão desse período é necessária uma renovação da Licença de Operação, que deve ser demonstrado através de análises, testes, gestão de envelhecimento, upgrades de sistemas, bem como inspeções adicionais para que as plantas possam operar com todos os requisitos de segurança necessários. Nesse contexto, a CNEN emitiu três notas técnicas para o processo de extensão de vida útil de Angra. De acordo com elas, a avaliação para a Operação por Longo Prazo (LTO) deve demonstrar que os efeitos do envelhecimento serão adequadamente gerenciados, tal que as funções pretendidas de estruturas, sistemas e componentes podem ser mantidas consistentes durante o período de Operação por Longo Prazo.*

A entrevistada acrescentou que o Programa de gerenciamento do envelhecimento (PGE) está dentro do Programa de Extensão da Vida Útil de Angra I (LTO). Na planta nuclear, existem as estruturas Ativas e Passivas. As estruturas ativas são gerenciadas pelo Programa de eficácia da Manutenção (PMEM). Já as estruturas passivas duráveis (que não é trocado periodicamente) são gerenciadas pelo PGE e as não duráveis simplesmente entram no Programa de Substituição. O PGE consiste em um Conjunto de programas, procedimentos e planos que visam garantir a integridade e a capacidade funcional de estruturas, sistemas e componentes passivos duráveis por meio de ações que controlem os efeitos do envelhecimento. Deve ser aplicado os critérios para inclusão de sistemas e estruturas dentro do Programa de Gerenciamento do Envelhecimento segundo o preconizado pela 10CFR 54.4. Os itens obrigatoriamente devem ser relacionados com a segurança, ou não estar diretamente relacionados, mas cuja falha pode afetar sistemas de segurança. Alguns itens, como por exemplo, equipamentos do primário, tubulações, carcaças de bombas, corpos de válvulas, dutos de ventilação, cabos, barramentos, revestimentos, paredes, colunas, fundações de prédios são classificadas como itens passivos duráveis e entram no PGE de acordo com a 10CFR54.21(a).

Por fim, a entrevistada relatou que após a conclusão das avaliações e consolidação das recomendações, a ETN deverá apresentar à CNEN um cronograma para a fase de implementação da LTO e do PGE. Dentro do MOU, consta o procedimento PA-LG 05 que detalha como isto é feito.

24. Poderia descrever o processo de qualificação de fornecedores de itens importantes à segurança?

Resposta: *A entrevistada respondeu que a qualificação de fornecedor é fundamental para avaliar a capacidade do fornecedor em fornecer itens ou serviços à ETN. Essa avaliação consiste em analisar dados históricos de desempenho de qualidade, uso de documentos comprobatórios da qualidade, avaliação na fonte e avaliação de produtos por amostragem. O fornecedor precisa ter um Sistema de Garantia implantado na sua organização segundo a CNEN 1.16. Dependendo do item a ser fornecido, um plano de qualidade pode ser suficiente, ou possuir certificação ISO 9001.*

25. Poderia comentar a função do OSTI na Usina de Angra? Como essa interação promove a segurança nuclear?

Resposta: *A entrevistada respondeu que o OSTI é utilizado apenas na fase de construção. Não existe a presença do OSTI na fase de operação, pelo menos não aqui em Angra I e II. Quem geralmente contrata o OSTI são órgãos governamentais que tem interesse em construir uma Usina nuclear. A CNEN obriga o OSTI apenas para a fase de construção, liberando a necessidade na fase de operação. Quem faz o papel do OSTI em Angra I é o IBQN, mas isso não impede de ser outra empresa. O IBQN tem as qualificações necessárias para desempenhar essas funções.*

26. Na sua opinião, poder-se-ia adotar esse mesmo modelo de implementação em uma organização voltada à manutenção de meios com propulsão nuclear? Quais normas fariam parte do SGQ de uma Base Naval de Apoio?

Resposta: *A entrevistada respondeu que quando o Meio Naval com propulsão Nuclear estiver atracado na Base Naval, os requisitos de garantia da qualidade são os mesmo de uma planta nuclear convencional. Com relação aos requisitos extras, é importante definir se haverá manuseio do elemento combustível do reator quando o Meio Naval com propulsão Nuclear estiver na Base. Se ocorrer esse manuseio, tem de colocar os relatórios de operação também.*

A entrevistada acrescenta que a CNEN está cobrando para Angra III, em fase de construção, o Programas de Gerenciamento de Envelhecimento (PGE), de acordo com a NUREG 1801 e a 10CFR 54. Angra III deverá ter, desde o início, os programas de envelhecimento.

A entrevistada comenta que é importante definir se os procedimentos serão elaborados pela organização que irá operar o Meio Naval de propulsão Nuclear ou pela empresa que será responsável pela condução dos serviços de manutenção e reparo na Base. É importante também definir o que será operação e o que é manutenção, as interfaces entre essas duas etapas.

Se o órgão regulador naval estiver o mesmo entendimento que a CNEN, O PGQ da Base Naval de Apoio para Meios Navais com propulsão Nuclear deverá conter o PGE desde o início de sua operação.

A entrevistada finaliza dizendo que outro ponto importante é a questão da Reavaliação Periódica de Segurança (RPS), que deve ser feito a cada 10 anos. Nos Estados Unidos, essa cobrança não existe, pois a NRC não cobra. É um requisito cobrado apenas pela Agência Internacional, segundo o Periodic Safety Review for Nuclear Power

Plants (SSG-25). Para a Usina de Angra, acaba que fica um pouco complicado, pois a CNEN é ligada de certa forma à Agência Internacional, por meio de convênios e parcerias. Por outro lado, a planta de Angra I é americana que segue os requisitos da NRC.

Fonte: Elaboração própria

Quadro 25 - Entrevista à manutenção.

Manutenção	
Dados do entrevistado	Nome: Leonardo Teixeira Marcos e Luciano Cunha Glória
	Formação: Engenheiro Mecânico
	Função: Chefe Departamento Gestão da Manutenção e Confiabilidade e Chefe Departamento de Condições Materiais e Facilidades
	Tempo na função: 3 Anos e 6 meses
Dados da entrevista	Data: 18/11/2020
	Local: Usina de Angra I
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é identificar os elementos, a abrangência, funcionamento, vantagens e desvantagens de um Sistema de Garantia da Qualidade em uma usina com planta nuclear convencional na visão do setor de manutenção.
<p>1. Quantas pessoas trabalham no setor da Manutenção da Usina de Angra I?</p> <p>Resposta: <i>O entrevistado respondeu que no departamento de manutenção de Angra I (DMU.O) trabalham 100 pessoas divididas entre engenheiros e técnicos sendo a maioria na parte da mecânica. No Departamento de Manutenção de Angra II (DMD.O) são 135 pessoas com uma estrutura parecida com Angra I. Além disso, tem o Departamento de Gestão de Manutenção e Confiabilidade (DGM.O) com 58 pessoas e o Departamento de Condição Material e Facilidades (DCM.O) com 33 pessoas.</i></p> <p>2. Quais são as funções existentes dentro do setor de manutenção e as respectivas competências necessárias para desempenhar uma determinada função?</p> <p>Resposta: <i>Os entrevistados responderam que na superintendência, o corpo técnico é dividido entre engenheiros e técnicos e que os cargos gerenciais são ocupados por engenheiros concursados. A execução fica a cargo do pessoal técnico. A pessoa que faz a manutenção caracterizado como mecânico, instrumentista e eletricista tem a formação técnica que é exigida pelo concurso. Eles fazem a prova para técnico em mecânico, técnico em eletrônica, técnico em instrumentação e controle e técnico eletricista.</i></p> <p><i>Os entrevistados comentaram que os supervisores da manutenção são engenheiros, sendo um engenheiro mecânico, um engenheiro eletricista e um engenheiro de instrumentação e controle para cada planta. A função deles e proteger o Programa de 8 semanas, ou seja, é evitar a retirada de alguma tarefa que já está programa e evitar inserir tarefas além da capacidade da equipe tem de executar um serviço. Eles também enfatizaram que a equipe de reparo imediato (ERI) é uma equipe que atua em uma licença</i></p>	

de trabalho (LT) corretiva, que não há possibilidade de esperar 8 semanas para executar a atividade.

3. Como está organizado o setor da Manutenção de Angra?

Resposta: *Os entrevistados responderam que o departamento de Manutenção de Angra I (DMU.O) está dividido conforme o PA-MG 01 (Atribuições e responsabilidades de manutenção). Resumindo, está dividido em mecânica, elétrica, instrumentação e controle e Equipe de reparos Imediatos (ERI). Na mecânica, elétrica e na instrumentação e controle, cada área possui o seu supervisor (engenheiro), o encarregado geral (técnico) e demais técnicos da equipe. Os encarregados gerais são os que tomam conta da mão de obra no chão de fábrica. Ele distribui os trabalhos para o corpo técnico e faz o acompanhamento das atividades no dia a dia. O encarregado é um técnico sênior com 15, 20 anos de experiência ou que se desenvolveu com muita rapidez e demonstrou competência. O ERI também possui supervisor, mas não possui encarregado geral. É responsável pelo pessoal do turno e reparos imediatos que não são programados no Programa de 8 semanas.*

4. Poderia descrever, de forma geral, como é realizado o programa de treinamentos voltados à manutenção?

Resposta: *Os entrevistados responderam que os treinamentos seguem um procedimento interno onde consta uma matriz de treinamentos que diz como deve ser o treinamento do pessoal da manutenção.*

5. Algum serviço de manutenção é terceirizado? Se sim, de que forma impacta na segurança? Como é feita a seleção dessa empresa?

Resposta: *Os entrevistados responderam que existe muitos serviços realizados por empresas terceirizadas na Usina. Por exemplo, os serviços de solda na ETN são todos terceirizados. A IC Supply é a empresa contratada para prestar esse tipo de serviço na área de solda. Porém, antes de executar os serviços, uma equipe da ETN vai na empresa para realizar auditorias a cada 2 anos. A empresa também precisa apresentar um plano da qualidade e, uma vez aprovada, eles devem seguir os nossos procedimentos do MOU. Existem outras empresas de manutenção, como por exemplo, a manutenção realizada na Load Break Switch (Chave principal que conecta o sistema). A manutenção no Load Break Switch é realizada a cada 10 anos, então o pessoal técnico da empresa vem para fazer essa manutenção. Esse tipo de manutenção, em que a equipe de manutenção da ETN não*

executa com frequência, faz com que nós não tenhamos as ferramentas nem os sobressalentes necessários. Então a ETN contrata essas empresas especializadas nesse tipo de manutenção. Elas fazem esse tipo de serviço o ano inteiro em Usinas de todo o mundo. Outro exemplo é a manutenção do gerador elétrico e da turbina, que vem o pessoal da Siemens para fazer, eles coordenam as tarefas e uma parte da nossa mão de obra acompanha e dá suporte. Sempre tem um engenheiro da ETN responsável pelo contrato.

Os entrevistados ressaltam que a empresa selecionada para prestar um determinado serviço, precisa ser qualificada. Se for um serviço na área nuclear, a empresa precisa apresentar o certificado do NUPIC que ela já foi qualificada, ou então a ETN precisa qualificá-la. Esse processo é geralmente feito por meio de auditorias. Às vezes, nós fazemos apenas auditoria em documentos, quando a empresa é no exterior, em um país muito longe. O processo começa com a consulta de preço e análise das propostas, mas é fundamental saber se a empresa tem a qualificação adequada para o serviço, se não for possível essa comprovação, a empresa não é selecionada.

6. Poderia descrever como se relaciona o setor de manutenção com o setor de qualidade da usina nuclear de Angra?

Resposta: *Os entrevistados responderam que a qualidade vê todos os procedimentos da manutenção. Quando um procedimento é criado, é preciso saber se está sendo cumprida todas as atribuições previstas nas normas da CNEN. É preciso entender o que a CNEN exige em uma estrutura da manutenção. No caso da ETN, precisa ter mão de obra qualificada, mão de obra que analise de forma qualificada, mão de obra que faça o controle de qualidade da manutenção de forma qualificada. Neste sentido, é necessário existir uma estrutura que possibilite: o uso dos procedimentos adequados no campo, o técnico seguir os manuais do fabricante, que as tolerâncias sejam definidas, o controle e a rastreabilidade das ferramentas de calibração com as evidências de que não será utilizado um material que não seja aplicável.*

Os entrevistados comentaram que é necessário um sistema que garanta isso no dia a dia, o controle de trabalho faz parte dessa estrutura para garantir a qualidade. O controle do trabalho planeja os materiais adequados para a atividade, por exemplo, se a intervenção é num sistema em que o material instalado tem requisitos nucleares, este controle precisa garantir que o técnico está pegando no almoxarifado um sobressalente com requisito nuclear. O engenheiro de manutenção é que aprova o pacote de trabalho e

o encarregado de produção precisa acompanhar para ver se a peça está de acordo, se seu técnico está usando o desenho adequado, com o spare part correto.

Os entrevistados acrescentaram que outro ponto de interação com a qualidade é a parte de contratação de serviços. Não é possível contratar um serviço para executar uma atividade na parte nuclear sem que a empresa tenha qualificação adequada. É preciso consultar a lista fornecedores qualificados e ver se a empresa está ou não qualificada. Se não for encontrado nenhuma empresa capaz de prestar um determinado serviço, é feito um pregão com um aditivo técnico. A garantia da qualidade precisa aprovar toda essa atividade.

Os entrevistados citaram um exemplo de uma bomba qualquer, se essa bomba realmente é um item de segurança e a empresa que se candidatar para ganhar aquele serviço, essa empresa precisa se qualificar antes de prestar o serviço. Às vezes, acontece uma ida ao fornecedor para verificar algum requisito. Esta visita sempre se faz com alguém da parte técnica e alguém da parte da qualidade.

Os entrevistados também citaram um segundo exemplo de compra de material cadastrado como item de segurança. O técnico só consegue retirar o sobressalente para um determinado serviço classe nuclear se o item também for classe nuclear. Na licença de trabalho (LT) vai constar o nome do equipamento (TAG ou KKS, dependendo da usina). Se o nome do material cadastrado não bater com o nome do material requisitado para o serviço, o técnico não consegue retirá-lo do almoxarifado. Ou seja, você não consegue usar dois itens com a mesma função se o item original é classe nuclear e o substituto é classe comercial. Tudo é amarrado para que não seja possível “by passar” a segurança. A garantia da qualidade sempre avalia as contratações de serviço e aquisições de material da Usina.

7. Poderia descrever como as atividades de manutenção estão relacionados ao Sistema de Garantia da Qualidade da Usina?

Resposta: *Os entrevistados responderam que o ideal é que cada trabalho tenha um procedimento definido no Manual de Operação da Usina (MOU). É permitido a substituição de um procedimento por um plano de trabalho e isso entra no pacote de trabalho. Tudo que vai no pacote de trabalho é o que o técnico necessita para executar a atividade. Sempre vai haver um roteiro para ele seguir com um plano de trabalho ou*

procedimento do MOU. O que ele não pode é não ter nenhum roteiro ou indicação do que deve ser feito.

Os entrevistados citaram o caso de uma revisão geral de uma bomba, alguém pode pegar uma nova bomba, examinar o equipamento e fazer um manual em português com um passo-a-passo, com as folgas, tolerâncias, materiais etc.

Neste caso, a área técnica elabora o procedimento e a garantia da qualidade participa da aprovação do documento.

8. Poderia descrever, de forma geral, como são realizadas as manutenções preditivas? Quais técnicas são utilizadas pelo setor de manutenção?

Resposta: *Os entrevistados responderam que tem ações baseadas em tempo, por exemplo, um rolamento qualquer, alcançou um determinado tempo definido pelo fabricante ele é trocado independente se ele está funcionando. Tem outros equipamentos que se trabalha com condição. A preditiva tem uma rota preestabelecida, uma das poucas coisas que são online, e acompanha vibração, termografia, tribologia²², análise de óleo, acústica etc. Todas elas são realizadas com pessoal próprio. A parte de contaminantes da análise de óleo é feita na ETN, mas a parte de espectrometria, ou seja, a parte mais sofisticada é feita fora da Usina. Todas as anormalidades encontradas pela preditiva são avaliadas e relatadas para a engenharia de manutenção. A engenharia de manutenção faz uma avaliação preliminar e emite um laudo.*

Os entrevistados citaram um exemplo de uma vibração. Se a vibração aumentou de 1,5mm/seg para 2mm/seg ele verifica se esse aumento é uma tendência. Se confirmar, pode-se aumentar a frequência da rota da preditiva. Uma rota que era trimestral pode passar a ser realizada todo mês. Uma vez confirmado, faz análise de espectro de acordo com as normas e é planejado a intervenção. A intervenção é feita com base no laudo. Ele gera uma abertura da solicitação de ordem de trabalho (SOT). O laudo fica anexo à SOT para que o planejador tenha noção do problema. A engenharia de manutenção precisa também recomendar a solução ou ação corretiva do problema e não apenas relatar o problema.

²²A tribologia pode ser entendida como uma ciência que estuda a interação entre superfícies em movimento relativo (<https://rjeza.com.br/blog/tribologia-o-que-e/>). Ela reúne os conhecimentos sobre lubrificação, atrito e desgaste utilizados para predição do comportamento de sistemas físicos (<http://revistamt.com.br/Materias/Exibir/controlando-o-atrito-e-o-desgaste>)

9. Poderia descrever, de forma geral, como são realizadas as manutenções preventivas?

Resposta: *Os entrevistados responderam que um programa de manutenção preventiva é estabelecido durante a vida útil da Usina. Na programação semanal de trabalho (PST) ocorrem as manutenções preditiva, preventiva e as corretivas eletivas. O ideal é que ocorressem 100% de preventiva, ou seja, nada na usina quebraria.*

Segundo os entrevistados, cerca de 60% das atividades de manutenção são preventivas, e isso é monitorado através de um dos indicadores da Usina. Esse programa de preventiva da Usina gera automaticamente as solicitações de ordem de trabalho (SOT) com base no tempo, esse tempo vem da experiência da própria usina, os relatórios de eventos e dos manuais dos fabricantes. Outro ponto destacado pelo entrevistado é que as informações obtidas da experiência internacional também são usadas.

Além da experiência própria e dos dados dos fabricantes, a gerência de manutenção consulta o banco de dados de outras usinas e do EPRI (do inglês, Electric Power Research Institute) como fonte de dados para alimentar o plano de preventivas da usina.

Na preventivas existem algumas atividades mandatórias e alguns “findings” (atividades contingenciais). Por exemplo, numa revisão geral de uma bomba de difícil abertura, o técnico necessita abri-la para poder inspecionar. Obrigatoriamente se faz necessário trocar a junta de vedação e outros componentes danificados pela abertura. Durante a inspeção, o técnico encontra a luva da bomba desgastada, isso é chamado de um “finding”. Essa troca da luva, que não estava programada, entra na programação, sendo feita a previsão de material e planejamento conforme as condições da usina. No caso de um rolamento, que é um item de valor baixo, o entrevistado comenta que vale a pena trocar este item, aproveitando a abertura da bomba. É a chamada troca de oportunidade, aponta o entrevistado. Entretanto, em um caso similar de uma bomba de abertura fácil, mas que possui um rolamento especial de alto valor, a atividade é totalmente diferente, aponta o entrevistado. Neste caso, o técnico não troca o rolamento por base de tempo e vai trocar por base na condição. O rolamento então passa a ser monitorado por preditivas.

10. Qual o papel do operador com relação à manutenção? Ele desempenha alguma atividade, como por exemplo, limpeza e lubrificação?

Resposta: *Os entrevistados responderam que a participação do operador na manutenção é levantar todos os problemas do dia a dia. São eles que operam e acompanham o*

equipamento, que estão todos os dias da unção. A participação fundamental da operação é acompanhar 24H por dia todo o trabalho da usina e relatar tudo o que está anormal, que está fora do campo de acompanhamento da preditiva e preventiva. O operador é o primeiro olho da manutenção na usina.

“Ele passou e notou qualquer vazamento, ruído anormal ou indicação incorreta em manômetro ou pressostato, é ele que vai relatar por meio de uma SOT”, relata um dos entrevistados.

Os entrevistados apontam que qualquer funcionário que observar uma anormalidade pode abrir uma SOT, e que 90% das SOT na Usina são abertas pela operação. É a operação que vai abrir as SOT para que a manutenção possa fazer o reparo.

A operação também é responsável por conduzir os testes de partida do equipamento. Se for encontrada alguma anormalidade, ela é relatada por meio de uma SOT.

Um dos entrevistados cita o exemplo de uma bomba. Ela está toda operando normalmente, mas o seu manômetro está descalibrado, então aquilo é uma manutenção eletiva 23, ou seja, não atrapalha o funcionamento do equipamento, mas não deixa de ser uma anormalidade. Uma vez relatada, a manutenção vai planejar e fazer a intervenção.

Outro ponto comentado pelos entrevistados foi que a Usina não possui operador mantenedor. Em outras instalações não nucleares, indústrias em geral, o operador completa o nível de óleo, troca filtro, manutenções simples, troca de gaxeta, reaperto etc. Na usina, o operador tem outras atribuições sofisticadas e a empresa prefere focar mais na operação para ter o operador bem treinado.

O foco do operador é mais operacional, para ele cumprir sua principal função, de manter a usina operando segura e com alta disponibilidade.

11. Na sua opinião, poder-se-ia adotar estrutura semelhante de manutenção, ou seja, os mesmos processos em uma organização voltada à manutenção de meios com propulsão nuclear? Quais seriam as diferenças?

Resposta: *Os entrevistados responderam que as semelhanças são totais, qualquer instalação que for trabalhar na manutenção de um reator nuclear vai ter que seguir os mesmos requisitos, vai precisar ter um SGQ tão extenso como o da ETN. Vai precisar ser*

²³ É a classificação de qualquer trabalho nos equipamentos ou em estruturas, sistemas ou componentes (ESC), nos quais seja identificada degradação real ou potencial de pequena monta (defeito), que não ameace os critérios de performance, nem as funções do projeto. (PA-GE 16)

aberto a inspeção nacional e internacional, fazer benchmark etc. Em termos de organização o cuidado é o mesmo. A parte de cultura de segurança tem que estar bem enraizada nas pessoas. O técnico precisa entender que está dando manutenção no reator e que ele vai estar carregado, que aquela planta tem um grande risco.

Por exemplo, o mecânico de manutenção da ETN precisa entender os riscos e que o que ele faz não é trivial, é uma coisa específica. O sistema até certo grau evita erros na manutenção, mas existe a falha humana, o técnico pode pegar um material que sobrou em um serviço e utilizá-lo em outro que não poderia, aí o problema acontece, aponta um dos entrevistados.

Um dos entrevistados acredita que o meio naval com propulsão nuclear, quando estiver em missão não vai poder fazer grandes manutenções, mas que vai precisar de uma equipe de reparos imediatos parecido com o da ETN, que vai precisar ter uma equipe mínima para executar uma manutenção e garantir a disponibilidade do navio. Mas o critério de manutenção e da operação devem ser os mesmos comparados a uma usina convencional. Uma vez ele parado na Base de apoio, o meio naval executaria uma parada igual ao da ETN.

Um dos entrevistados cita o primeiro ano de angra II, em que muita gente estrangeira veio fazer vários serviços na planta. No segundo ano, menos pessoas de fora vieram. A cada ano que passou, menos serviços contratados de fora foram necessários. Foi um processo gradual, aponta o entrevistado.

Ele comenta que hoje em dia a ETN só contrata que não é viável à manutenção da usina fazer. Às vezes, a equipe tem competência para fazer um determinado tipo de serviço, só que o serviço só ocorre uma vez por ano. Existem empresas que fazem isso o ano inteiro no mundo todo, então esse pessoal é incorporado e a ETN absorve essa experiência. Essa transição deve ser feita aos poucos, de acordo com a evolução da equipe.

Por exemplo, para o turbo gerador, a ETN traz a Siemens até hoje para poder fazer algumas atividades mais específicas, mas não a planta toda do secundário. Por fazerem o tempo todo, a mão de obra da Siemens tem um nível de especialização bem maior que a mão de obra da ETN, para esse tipo de serviço. Neste caso, vale a pena ter o fabricante/projetista tocando certas atividades, aponta o entrevistado.

Quadro 26 - Entrevista ao Órgão Licenciador.

Órgão Licenciador	
Dados do entrevistado	Nome: Paulo Adriano da Silva
	Formação: Engenheiro Químico (Doutor)
	Função: Inspetor residente Tempo na função: 6 anos (18 anos de CNEN)
Dados da entrevista	Data: 17/11/2020
	Local: Usina de Angra I
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é coletar informações e identificar as atividades desempenhadas pelo representante do órgão licenciador em inspeções e auditorias em uma Usina Nuclear.
<p>1. Quantas pessoas trabalham simultaneamente como inspetor residente? Em caso de mais de uma pessoa, como é feita a divisão de tarefas?</p> <p>Resposta: <i>O entrevistado respondeu que ao todo são 06 inspetores residentes. São 02 engenheiros químicos, 02 engenheiros eletricitista, 01 engenheiro civil e 01 engenheiro mecânico. Cada auditor tem sua formação e isso é respeitado, mas todas as atividades que um desempenha o outro também é qualificado para fazê-lo, comenta o entrevistado.</i></p> <p>2. Poderia descrever como é a rotina de um inspetor residente?</p> <p>Resposta: <i>O entrevistado respondeu que as rotinas basicamente são classificadas em rotinas diárias, semanais e periódicas. Diariamente o inspetor residente participa da reunião gerencial todos os dias com o chefe da usina, gerente de manutenção, gerente de operação, gerente de sistemas, gerente de proteção radiológica, gerente de engenharia de suporte. Outra atividade rotineira é uma inspeção na sala de operação de posse do relatório gerencial obtido na reunião gerencial. Após uma checagem nos dados e parâmetros, é elaborado o Relatório de Atividades e Situação Operacional (RASO). Os livros de Operação e do Turno também são checados. O RASO é enviado para a CNEN.</i></p> <p><i>O entrevistado complementa que para resumir todas as atividades de inspeção do residente é gerado um relatório de fiscalização semestral, este documento condensa praticamente todas as atividades que foram desenvolvidas no semestre. É gerado um relatório semestral por usina, com todas as atividades ocorridas neste período. Se ocorrer uma parada, todas as atividades que aconteceram na parada estarão neste relatório. Acompanhamento de rejeito, as atividades da sala de controle, walkdowns²⁴, ou seja, todas as atividades do semestre são condensadas nesse relatório. É verificado as não</i></p>	

²⁴ É uma caminhada na planta nuclear a fim de se observar alguma anormalidade.

conformidades dos relatórios anteriores e, dependendo do caso, mantidas no relatório atual.

Por fim, o entrevistado cita que algumas atividades são por demanda, por exemplo as análises de: segurança, respostas de exigências, preparação e execução de auditorias, Reavaliação Periódica de Segurança (RPS) das Usinas (de 10 em 10 anos), pedido de extensão de vida de Angra I (LTO), Unidade de Armazenamento complementar a seco de combustível irradiado (UAS).

3. Quais são as competências necessárias para ser um auditor residente?

Resposta: O entrevistado respondeu que geralmente um inspetor residente é um engenheiro. Cada um tem sua especialidade e isso é levado em consideração. O inspetor residente precisa conhecer bem a usina, os seus sistemas e como eles funcionam, a interligação desses sistemas, priorizando os sistemas de segurança. Também precisa ter o mesmo vocabulário do operador. Para isto, o ideal é que o inspetor faça os cursos e treinamentos de operação do reator.

O entrevistado cita o curso de treinamento de operadores para reatores de pesquisa (CTORP), curso de formação de operadores licenciados para Angra II (CFOL), curso de simulador de operadores (CSOL) etc. Ele menciona que fez esses mesmos cursos de licenciamento de operador. Ele conclui que para ser inspetor, no mínimo, é necessário ter os mesmos conhecimentos dos operadores.

4. Poderia descrever como o órgão licenciador atua com relação às atividades de manutenção da Usina?

Resposta: O entrevistado respondeu que as atividades do inspetor com relação às atividades de manutenção são balizadas pelas normas 1.16 (Programa de Garantia da Qualidade) e 1.21 (Manutenção de Usinas Nucleoelétricas) e pelo procedimento da Usina PA-GE 16 (Solicitação e execução de serviços - Sistemática). O PA-GE 16 é o procedimento que além da execução da manutenção, faz o planejamento dessa atividade 08 semanas antes de sua execução. Essas atividades são planejadas em 04 etapas: previsão, preparação, execução e fechamento da atividade. Todas essas atividades são acompanhadas pelos inspetores, por exemplo, uma atividade de substituição de uma válvula, é feito esse planejamento 8 semanas antes, separando todo o sobressalente, equipe, tempo gasto para executar o serviço, depois é feito o serviço propriamente dito

com hora e data marcada. Depois existe a parte do fechamento da licença de trabalho que foi aberta para fazer essa atividade.

O entrevistado completa que faz parte do escopo de trabalho do inspetor residente a auditoria com o PA-GE 16 em mãos.

5. Poderia descrever como o órgão licenciador atua com relação as atividades do setor da qualidade da Usina?

Resposta: *O entrevistado respondeu que existe no FSAR ou RFAR o capítulo 17 que fala sobre garantia da qualidade, e a norma 1.16 e é ele dá o Norte para operadora na questão da garantia da qualidade. A norma diz que a operadora precisa de um PGQ e todo esse programa é licenciado basicamente baseado nela. Todas as atividades de auditoria da CNEN têm um item da lista de verificação garantia da qualidade, todas. “A gente faz auditoria propriamente na garantia da qualidade? Fazemos”. O entrevistado prossegue dizendo que na auditoria da manutenção, por exemplo, um item é garantia da qualidade. Faz-se uma auditoria na química, um item é garantia da qualidade. Faz-se uma auditoria na condução da operação, que ocorre periodicamente, um item é garantia da qualidade.*

Nesse item da garantia da qualidade, primeiro, pega-se o relatório da inspeção da garantia da qualidade da usina e utiliza este relatório para fazer a auditoria da CNEN. Está dito na norma 1.16 que tudo que o PGQ utiliza é passivo de auditoria da CNEN. Desta forma, usa-se o relatório da garantia da qualidade para aumentar a visão do inspetor. Por exemplo, numa auditoria, um relatório de garantia de qualidade aumenta o campo de visão do inspetor porque: “já viram coisas que eu talvez não tenha visto”. Além disso, o inspetor pode ver nesse relatório as não conformidades encontradas. Outro ponto visto pelo inspetor é o sistema chamado SGP (Sistema de gerenciamento de pendências). Esse sistema foi uma exigência da CNEN, feita por um outro auditor da comissão, que solicitou um sistema que controlasse todas as não conformidades geradas em auditorias, não só as da garantia de qualidade. É um banco de dados sempre utilizado pela CNEN. Por exemplo, deseja-se auditar a operação da Usina. É solicitado ao chefe de operação a lista com todas as pendências existentes no SGP. Por exemplo, se uma não conformidade 1059 tem um plano de ação e está dentro do prazo para execução, ela está OK. Uma marcação verde indica que essa não conformidade está sem problemas. Se alguma não conformidade estiver com a marcação em vermelho, o inspetor irá verificar.

“Por que a não conformidade está com a marcação em vermelho? O plano de ação dela não foi definido? Será canetado” aponta o entrevistado.

Todas as não conformidades tem um prazo para seu fechamento. Entretanto, pode-se pedir uma extensão do prazo, que deverá ser justificada. O fato de não conseguir comprar o equipamento ou a espera de uma condição melhor na Usina para execução do serviço justifica a não conformidade.

O entrevistado aponta que o inspetor residente analisa os relatórios de garantia de qualidade, a lista gerada do SGP e as auditorias da autoavaliação (item 4.1.5 da norma CNEN 1.16). O gerente precisa fazer uma autoavaliação e ela tem de estar disponível para a CNEN, pois tudo do PGQ é passível de auditoria. Além disso, o inspetor residente audita os procedimentos da Usina. É muito importante que eles estejam atualizados.

O entrevistado cita o procedimento PA-GE 01 da usina, que é o procedimento que gerencia todos os outros procedimentos do Manual de Operação da Usina (MOU). No PA-GE 01 diz que todo os procedimentos “classe S” são da segurança, e que devem ser atualizados de dois em dois anos. Os procedimentos “classe Q” são da qualidade e devem ser atualizados de quatro em quatro anos. Faz parte do escopo de trabalho do auditor da CNEN conferir se esses procedimentos classe “S” e “Q” estão atualizados conforme descrito no PA-GE 01.

O entrevistado argumenta que no caso de manutenção, existe uma equipe de controle de qualidade que, de posse do mesmo procedimento, vai à campo verificar se o colega executou o reparo da maneira como deveria ser executado. Além disso, o controle da qualidade da manutenção verifica se foi feito o housekeeping, com recomposição do equipamento. Desta forma, o inspetor residente faz uma auditoria também no controle da qualidade da manutenção, como se fosse um duplo check.

6. Poderia descrever como são realizadas as auditorias na Usina de Angra?

***Resposta:** O entrevistado respondeu que as principais auditorias feitas pelo inspetor residente são as seguintes: condução da operação, experiência operacional, química, salvaguardas, licenciamento de operadores, conservação de equipamentos de angra III, Unidade de conservação a seco de combustível irradiado (UAS) e extensão de vida (LTO). Essas são as auditorias eletivas, mas também existe as auditorias por demanda.*

Além disso, o entrevistado comentou que é missão do inspetor residente é apoiar todas as outras auditorias dos colegas da Sede. Se, por exemplo, o departamento de rejeito, ou alguém da elétrica ou da manutenção estiver fazendo auditoria na Usina, eles serão apoiados pelos inspetores residentes.

7. Quais documentos que o licenciado deve submeter ao órgão licenciador? Existe uma análise documental prévia antes de iniciar as auditorias?

Resposta: *O entrevistado respondeu que a garantia da qualidade é um capítulo do RFAS, é o capítulo 17 e a operadora precisa estar cumprindo e respeitando o RFAS e a norma CNEN 1.16, e isso envolve qualquer atividade na Usina. Existe análise documental e auditorias após essa análise.*

8. Poderia descrever como é realizada a auditoria nos documentos de qualidade (RPAS, RFAS PGQ e registros)?

Resposta: *O entrevistado respondeu que em todas as auditorias e listas de verificação são incluídos itens de garantia da qualidade, o PGQ é utilizado como base para essa auditoria. Se o inspetor residente vai fazer uma auditoria na manutenção, um dos itens é garantia da qualidade, se vai fazer auditoria na experiência operacional, um dos itens é garantia da qualidade.*

O entrevistado comenta que verifica nesses itens da garantia da qualidade, que está incluso no PGQ, o Sistema de Gerenciamento de Pendências (SGP), onde estão todas as não conformidades da CNEN, auditorias internas e auditorias internacionais, se todos elas estão com prazo e plano de ação definidos. Depois é verificado, pelo menos, as duas últimas auditorias internas da garantia da qualidade. O inspetor utiliza esses relatórios para compor o seu relatório e ele também verifica a autoavaliação do setor, se for da manutenção, autoavaliação da manutenção, se for da operação, autoavaliação da operação etc.

Especificamente a CNEN também tem especialistas na área da garantia da qualidade que fazem auditorias na garantia da qualidade, mas para o inspetor residente cabe apenas dar apoio nessas auditorias.

9. Além das atividades de auditoria, existe outras atividades desempenhadas pelo auditor residente?

Resposta: *O entrevistado respondeu que existem atividades rotineiras de fiscalização, auditoria e análise de segurança feita na planta nuclear. Existe também outras atividades que não necessariamente estão na planta, por exemplo: curso de acesso aos colaboradores/servidores da CNEN, curso na região de Angra e curso de novos auditores e inspetores da CNEN. O curso de acesso aos colaboradores/servidores da CNEN é curso pré-requisito para o inspetor residente manter o acesso dele na usina.*

O entrevistado acrescentou que outra demanda é a participação no Comitê de Planejamento de Resposta a Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR) e no Plano de Emergência Externo (PEE/RJ).

O COPREN é gerenciado pelo Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON), que é responsável pelo plano de emergência das Usinas. O PEE/RJ é gerenciado pela defesa civil do estado. No PEE, acontece os exercícios de evacuação a cada 2 anos (anos ímpares). Outro ponto mencionado pelo entrevistado foi do Plano de Emergência Local (PEL) da Eletronuclear que também é auditado pelo inspetor residente.

10. Na sua opinião, quais os benefícios práticos de um Sistema de Garantia da Qualidade para as atividades de manutenção de uma Usina Nuclear?

Resposta: *O entrevistado comenta que a garantia da qualidade contempla: procedimentos, aquisição de material, treinamentos, atividades de planejamento, atividades de execução e de manutenção como um todo, qualificação de fornecedores, envelhecimento, ou seja, tudo. Ela está em todas as áreas, e como inspetor residente, ele precisa fazer cumprir a norma 1.16.*

11. No seu ponto de vista, quais as principais vantagens de se ter um Sistema da Garantia da Qualidade em relação a um Sistema de Gestão com base em normas ISO? Qual sua opinião com relação as normas da IAEA?

Resposta: *O entrevistado respondeu que geralmente a norma que é utilizada é o próprio requisito normativo da CNEN 1.16, esse é o balizamento. Nem a Eletronuclear utiliza a ISO.*

“A gente pode utilizar uma ISO 9000 para justificar alguma coisa? Pode! Vai passar antes pelo crivo da nossa norma 1.16” comenta o entrevistado.

O entrevistado relata que os documentos da agência internacional são importantes porque trazem o estado da arte, o que está sendo praticado geralmente no mundo. A norma

CNEN 1.16 está precisando de uma atualização, e atualizações de requisitos normativos na área nuclear são um pouco demoradas.

O entrevistado também comenta que é utilizado documentos internacionais da área nuclear, principalmente da Agência Internacional e da NRC para compor o arcabouço legal, auxiliando a CNEN 1.16. As normas da ASME, KTA (Angra II), EPRI também são utilizadas assim como as normas do IEEE para documentos da área elétrica e instrumentação.

- 12. Na sua opinião, quais as semelhanças e diferenças entre um licenciamento de uma Base de apoio (com ou sem um meio naval de propulsão nuclear atracado) e uma Usina nuclear convencional? Quais normas poderiam ser aplicadas ao SGQ de uma Base Naval de Apoio?**

Resposta: *O entrevistado respondeu que a Base de apoio deverá seguir as mesmas normas de uma planta convencional, sem nenhuma diferença. As normas da CNEN são obrigatórias, mas outras normas podem ser incluídas no SGQ. No mínimo deverá cumprir os requisitos da CNEN 1.16.*

Fonte: Elaboração própria

Quadro 27 - Entrevista à Comunidade Acadêmica (IRD)

Comunidade Acadêmica	
Dados do entrevistado	Nome: José Ubiratan Delgado
	Formação: Engenheiro (Doutor em Engenharia Nuclear – UFRJ)
	Função: Pesquisador / Tecnologista Tempo na função: 38 anos
Dados da entrevista	Data: 27/12/2020
	Local: Vídeo Conferência
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é coletar informações com um representante da comunidade acadêmica sobre licenciamento nuclear.
<p>1. Quais questões técnicas e de segurança que devem ser tomadas durante as manutenções de um reator nuclear de um meio naval atracado?</p> <p>Resposta: <i>O entrevistado respondeu que de acordo com o conceito normativo, a usina nucleoeletrica é definida como uma “instalação fixa dotada de um único reator nuclear para produção de energia elétrica”. Este conceito abrange não apenas um reator de uma usina nuclear como também um reator nuclear de um meio naval atracado por ocasião de sua manutenção preventiva ou corretiva. Logo, as questões técnicas e de segurança que devem ser tomadas durante as manutenções, salvo alguma excepcionalidade, serão as mesmas que obedecem aos requisitos técnicos e de segurança relacionados a uma usina nuclear no momento de uma parada ou recarregamento de combustível. Entretanto, ao contrário das usinas nucleares do tipo Angra que operam em bases estáveis, os reatores navais em sua concepção devem ser ainda mais robustos e resistentes estruturalmente pois necessitam suportar bastante tempo em manobras e operações rigorosas no mar, uma vez que podem ser submetidos até mesmo a condições de batalha. Esse ambiente adverso no compartimento de um reator à propulsão naval submete componentes, sistemas e materiais estruturais aos efeitos a longo prazo da irradiação, sobretudo devido a presença de radionuclídeos oriundos de produtos de fissão e ativação, além de altas temperaturas, pressão e corrosão, os quais exigem uma tecnologia de materiais de alta qualidade. Assim, os compartimentos do reator são projetados para atenuar a exposição à radiação, externa ao compartimento, a níveis extremamente baixos.</i></p>	

Portanto, para um funcionamento satisfatório em serviço de manutenção de um reator nuclear atracado no que diz respeito a questões técnicas e de segurança, é importante que a instalação que servirá de base de apoio seja dotada de um programa de gestão da qualidade, e que este, para cumprir a legislação vigente, incorpore e implemente no mínimo os 8 principais requisitos contidos na Norma CNEN NE 1.21 - Manutenção de Usinas Nucleoelétricas, a saber: a) Programa de Manutenção; b) Organização e Responsabilidade pela Manutenção; c) Controles Administrativos; d) Instalações de Manutenção; e) Substituições e Reparos; f) Modificações Decorrentes de Manutenção; g) Materiais, Itens e Componentes Sobressalentes; h) Registros; e i) Programa de Análise, Auditoria e Inspeção.

O entrevistado acrescenta que é também importante implementar os requisitos para os sistemas e programas de garantia da qualidade contidos na Norma CNEN NN 1.16 - Garantia da Qualidade para Segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras Instalações. Além de obedecer sobretudo aos requisitos de segurança nuclear e radioproteção estabelecidos na Norma CNEN NE 1.24 - Uso de Portos, Baías e Águas sob Jurisdição Nacional por Navios Nucleares.

2. Quais seriam os elementos e a abrangência de um Sistema de Garantia para uma Base de Apoio a meios navais com propulsão nuclear?

Resposta: *O entrevistado respondeu que os elementos e a abrangência de um sistema de garantia para uma Base de Apoio estão relacionados aos sistemas e programas de garantia da qualidade contidos na Norma CNEN NN 1.16 - Garantia da Qualidade para Segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras Instalações, a saber: a) Sistemas de Garantia da Qualidade; b) Programas de Garantia da Qualidade; c) Organização; d) Controle de Documentos; e) Controle de Projeto; f) Controle de Aquisições; g) Controle de Materiais; h) Controle de Processos; i) Controle de Inspeção e Testes; j) Controle de Itens Não-conformes; k) Ações Corretivas; l) Registros de Garantia da Qualidade; e m) Auditorias.*

3. Na sua opinião, como deve ser a preparação da equipe de manutenção para executar os serviços de manutenção de um reator embarcado?

Resposta: *O entrevistado respondeu que o preparo da equipe deve-se dar seguindo a combinação de critérios de conhecimento, experiência e habilidade, em obediência ao estrito cumprimento dos itens 5.2 (Responsabilidades) e 5.3 (Seleção e Treinamento do*

Pessoal de Manutenção) da Norma CNEN NE 1.21 - Manutenção de Usinas Nucleoelétricas, além de treinamento em requisitos de gestão, segurança e radioproteção, atinentes a normas específicas.

4. Saberá informar como ocorrem os serviços de manutenção em meios navais com propulsão nuclear nos países desenvolvidos?

Resposta: *O entrevistado respondeu que nos EUA e na Inglaterra as atividades de manutenção da frota de Meios Navais com propulsão nuclear ocorrem geralmente em atracadouros que atuam como Bases de Apoio, as quais são consideradas instalações nucleares para realizar manutenção e reparo nesses Meios, seguindo os padrões de radioproteção e segurança definidos pelas autoridades regulatórias nacionais. Estas instalações dispõem de pessoal especialmente treinado, equipamentos e meios visando garantir a manutenção, o recarregamento e o apoio à frota.*

5. Saberá informar se existe algum procedimento ou norma internacional que poderia auxiliar na elaboração de um Sistema de Garantia da Qualidade para uma Base de apoio?

Resposta: *O entrevistado respondeu que existem recomendações da AIEA Safety Standards Series e IAEA Nuclear Security Series: Ageing management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL), cujas orientações gerais se refletem nas diferentes normas da CNEN.*

O entrevistado acrescenta que existe um documento útil que pode ser utilizado para consulta e modelo; é o DQAP dos EUA (Enclosure 2: Decommissioning Quality Assurance Program (DQAP, SONGS DQAP Revision 0). Apesar de ser destinado a fase de descomissionamento de uma instalação, este contém um Programa de Garantia da Qualidade com critérios, procedimentos e instruções para o uso de equipamentos adequados, controle e monitoração ambiental para usinas nucleares, incluindo transporte de material radioativo, estocagem de rejeitos, programa de proteção contra incêndio, ações corretivas e outros critérios regulatórios que podem ser adaptados e aplicados a uma instalação do tipo base para atracadouro de um Meio Naval com propulsão Nuclear. Este Programa de Garantia da Qualidade leva em conta as necessidades de controle, processos, testes de instrumentação, ferramentas e a habilidade do pessoal envolvido para alcançar a qualidade requerida, por verificações e inspeções contínuas e todos os demais pré-requisitos para que o programa seja satisfatoriamente cumprido.

6. **Na sua opinião, o que poderia ser feito, em termos de gestão e de garantia da qualidade, para aumentar a segurança nuclear no caso de uma Base de apoio a um meio com propulsão nuclear?**

Resposta: *O entrevistado respondeu que deve-se implementar na base um programa de garantia da qualidade nos moldes sugeridos acima, que priorize inicialmente a formação e o treinamento continuado do pessoal envolvido, e a qualidade do material e ferramentas utilizados.*

7. **A norma CNEN 1.16 prevê requisitos nas áreas de Controle de: documentos, projetos, aquisições, materiais, processos, inspeção e testes, itens não conformes etc. Tendo em vista que o PGQ de ANGRA I vai além dos requisitos obrigatórios da CNEN 1.16 já mencionados, na sua opinião, quais requisitos adicionais poderiam ser inclusos no PGQ de uma Base de Apoio para fase de operação?**

Resposta: *O entrevistado respondeu que deve-se acrescentar no mínimo quatro programas ao PGQ: de monitoração ambiental (incluindo medição de radioatividade ambiental por meio de coleta de água, de sedimentos, efluentes), de proteção contra incêndio, proteção radiológica e de gestão de riscos.*

8. **Como dito anteriormente, o PGQ de Angra I excede os requisitos da CNEN 1.16. Dos requisitos adicionais, quais poderiam ser aplicados para a Base de Apoio a meios navais com propulsão nuclear?**

- | | | |
|---|---|---|
| a) Conservação Preventiva em Angra I e Segurança Industrial | <input type="checkbox"/> Sim | <input checked="" type="checkbox"/> Não |
| b) Gerenciamento de Paradas para Recarregamento e Manutenções | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| c) Ger. do Núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos Combustíveis | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| d) Radioproteção | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| e) Gerenciamento de Efluentes e Rejeitos Radioativos | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| f) Preparação para Emergências | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| g) Proteção Física | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| h) Proteção Contra Incêndio | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| i) Análise da Operação e da Experiência Operacional | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| j) Gerenciamento do Risco | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| k) Reavaliação Periódica de Segurança | <input checked="" type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |

1) Extensão de Vida Útil (LTO)

Sim Não

Fonte: Elaboração própria

Quadro 28 - Entrevista à Comunidade Acadêmica (UCAM)

Comunidade Acadêmica	
Dados do entrevistado	Nome: Antônio André Muniz Pontes
	Formação: Engenheiro Civil
	Função: Auditor da Qualidade Nuclear Tempo na função: 38 anos
Dados da entrevista	Data: 18/12/2020
	Local: Vídeo Conferência
Objetivo da entrevista	O objetivo da entrevista é coletar informações com um representante da comunidade acadêmica sobre licenciamento nuclear.
<p>1. Quais questões técnicas e de segurança que devem ser tomadas durante as manutenções de um reator nuclear de um meio naval atracado?</p> <p>Resposta: <i>O entrevistado respondeu que num primeiro momento, é necessário que sejam mantidas as condições de desligamento seguras e sem riscos indevidos à saúde e segurança da população do meio naval, principalmente aquela envolvida com as atividades de operação e manutenção. Para que isso seja assegurado, procedimentos de garantia da qualidade atinentes às atividades de manutenção, de inspeções e testes inerentes, e os respectivos planos de manutenção devem ser estabelecidos e implementados de modo eficaz (que devam incluir todos os aspectos relativos ao manuseio e operação de dispositivos e equipamentos especiais para a realização do plano de manutenção, devendo este ser descritivo o suficiente, envolvendo todas as atividades e etapas críticas dos serviços, bem como considerações a respeito do manuseio de material radioativo).</i></p> <p><i>Outro aspecto de relevância consiste em se assegurar a efetividade e assertiva do planejamento das atividades de manutenção, incluindo o envolvimento de todas as interfaces necessárias à execução do plano, a prontidão das atividades de provisionamento de recursos necessários e a garantia da competência do pessoal de manutenção (estes devem estar suficientemente treinados, qualificados e habilitados, em conformidade com os requisitos de toda a documentação de garantia da qualidade).</i></p> <p><i>O fato de o meio naval estar atracado, não significa dizer que os riscos radiológicos desapareceram. A radiação do ambiente do reator é muito elevada; aliás, onde há elevado risco de contaminação e acidentes radiológicos é durante as trocas de elementos combustíveis.</i></p>	

O entrevistado acrescenta que outro aspecto de elevada importância, e que deva constar do planejamento global da manutenção, consiste em se assegurar a adequação e pertinência de toda a documentação (e demais referências técnicas de equipamentos e sistemas do meio naval envolvidos com a manutenção) a ser utilizada durante as atividades de manutenção. Para que isso seja assegurado, recomenda-se que sejam realizadas análises críticas (com a antecedência apropriada) das condições de toda a documentação envolvida na manutenção. Justifica-se essa recomendação, principalmente para se assegurar que, alterações eventuais em procedimentos, especificações técnicas, equipamentos e sistemas, realizadas durante a operação, bem como durante manutenções corretivas que se fizeram necessárias anteriormente, tenham sido realizadas de modo apropriado e devam ser consideradas, face aos aspectos que possam influenciar nas atividades que irão se iniciar enquanto o meio naval estiver atracado.

Não se pode esquecer também, que a atuação da equipe de Proteção Radiológica é de suma importância e deve estar inserida obrigatoriamente no planejamento da manutenção. E isso inclui todas as tratativas inerentes aos procedimentos de segurança e proteção radiológica, que deverão ser obedecidas por todos os envolvidos.

O entrevistado ressalta a importância de se considerar também, o monitoramento dos valores limites dos dispositivos automáticos de segurança instalados no meio naval, que devam sinalizar ao mínimo de risco iminente de provável ocorrência de acidente, durante a manutenção.

Não se pode esquecer que todos os dispositivos de medição e monitoramento envolvidos na manutenção devem estar devidamente calibrados contra padrões válidos e rastreáveis, dentro dos limites de tolerância especificados nos procedimentos afins.

Com relação aos questionamentos técnicos e operacionais, que eventualmente possam surgir durante as atividades de manutenção, para assegurar o atendimento dos requisitos técnicos e parâmetros funcionais, contemplados nas especificações, um dispositivo importante que evite desvios e condições adversas à qualidade pode ser utilizado. Este dispositivo na prática, insere no contexto uma sistemática de esclarecimentos e discernimento técnicos, a qual chamamos de “Pedido de Informação”, que serve para dirimir questões controversas e/ou premissas aditadas que não sejam factíveis e comprovadas tecnicamente. Este dispositivo permeia por todas as interfaces envolvidas, e que tenham autoridade para decidir tecnicamente, e vem a ratificar

premissas consagradas, postular alternativas e/ou variâncias de métodos, dentre outros aspectos, que possam assegurar o atendimento aos requisitos técnicos e à segurança.

Em síntese, relatórios técnicos conclusivos de manutenção deverão ser gerados, em conformidade com os procedimentos aplicáveis relativos ao processo.

Por fim, o entrevistado esclarece que o que foi exposto nesta questão seja exaustivo, nem tem a pretensão de classificar essas considerações como impositivas e incontestes.

2. Quais questões técnicas e de segurança que devem ser tomadas durante as manutenções de um reator nuclear de um meio naval atracado?

Resposta: *O entrevistado respondeu que, inicialmente deve-se fazer uma consideração relevante: uma base de apoio é uma instalação em terra, estática e permanente. Isto significa que, existem:*

- *peças, que atuam na operação e manutenção da base;*
- *estruturas, sistemas, equipamentos, partes, componentes;*
- *demandas de suprimento e logística diversas; e*
- *requisitos de segurança dos mais complexos implicados, incluindo aqueles relativos à segurança nuclear, uma vez que o meio naval irá atracar, advindo de uma missão.*

O entrevistado comenta que a razão dessa reflexão inicial deve-se ao fato de que, para fazer face a todos esses aspectos (e em princípio, podemos inferir que pode haver outros tantos aspectos não abordados nessa reflexão que são de elevada importância), na modelagem de um Sistema de Garantia da Qualidade, é de suma importância que esses não sejam esquecidos.

Numa abordagem inicial quanto a escolha de um referencial normativo que possa nortear a arquitetura do SGQ, entende-se que este deveria ser o mais rigoroso possível. A partir desse conceito, pode-se dizer que as normas da CNEN são as mais aconselháveis. Considerando a proteção física da instalação, sugerimos uma análise da norma CNEN-NN-2.01 – Proteção física de unidades operacionais da área nuclear.

Embora o meio naval seja móvel, este contempla itens de segurança nuclear que serão avaliados na parada, e submetidos a operações de manutenção e substituição muito provavelmente; daí sugere-se como referência a ser analisada e/ou adaptada a norma CNEN-NN-1.21 – Manutenção de usinas nucleoeletricas.

Adicionalmente, o entrevistado comenta que as seguintes normas, levando em conta a realização de uma análise e adequação/adaptação ao meio ambiente naval:

- *CNEN-NN-1.16 – Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletricas e outras instalações;*
- *CNEN-NE-1.18 – Conservação preventiva em usinas nucleoeletricas; e*
- *CNEN-NE-5.03 – Transporte, recebimento, armazenagem e manuseio de itens de usinas nucleoeletricas*

O entrevistado reitera que, uma vez que não ter acesso à normas específicas para meio naval com propulsão nuclear, não é nenhum pecado usar em princípio o que dispomos no nosso cenário nacional, e realizar as adaptações e adequações apropriadas, para customizar requisitos e situações específicas do nosso meio.

3. Na sua opinião, como deve ser a preparação da equipe de manutenção para executar os serviços de manutenção de um reator embarcado?

Resposta: *O entrevistado respondeu que, considerando o raciocínio da questão 2, propõe usar as normas da CNEN, prevendo as adaptações e adequações apropriadas, para customizar requisitos e situações específicas do nosso meio.*

- *CNEN-NN-2.03 – Proteção contra incêndio em usinas nucleoeletricas;*
- *CNEN-NN-1.21 – Manutenção de usinas nucleoeletricas;*
- *CNEN-NE-1.25 – Inspeção em serviço em usinas nucleoeletricas;*
- *CNEN-NN-1.16 – Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletricas e outras instalações;*
- *CNEN-NN-1.17 – Qualificação de pessoal e certificação para ensaios não destrutivos de itens de instalações nucleares;*
- *CNEN-NE-1.18 – Conservação preventiva em usinas nucleoeletricas (pode ser usada em atividades pré e pós manutenção, para validação de planos de manutenção ou quando requerido);*
- *CNEN-NN-3.01 – Diretrizes básicas de radioproteção;*
- *CNEN-NE-1.26 – Segurança na operação de usinas nucleoeletricas;*
- *CNEN-NE-5.01 – Transporte de materiais radioativos (quando requerido, antes, durante e após atividades de manutenção);*
- *CNEN-NE-5.02 – Transporte, recebimento, armazenagem e manuseio de elementos combustíveis de usinas nucleoeletricas (guardadas as ressalvas e*

devidas proporções no que se referem aos combustíveis do meio naval, que necessitem de movimentação durante a manutenção / recarregamento);

- *CNEN-NN-5.04 – Rastreamento de veículos de transporte de materiais radioativos;*
- *CNEN-NN-1.14 – Relatórios de operação de usinas nucleoeletricas (item 4.7 – Relatório de parada);*
- *CNEN-NE-1.24 - Uso de portos, baías e águas sob jurisdição nacional por navios nucleares; e*
- *CNEN-NE-5.03 - Transporte, recebimento, armazenagem e manuseio de itens de usinas nucleoeletricas.*

4. Saberá informar como ocorrem os serviços de manutenção em meios navais com propulsão nuclear nos países desenvolvidos?

Resposta: *O entrevistado comenta que esta é uma questão difícil. Ninguém abre seus segredos, pois esse cenário é restrito e secreto.*

O entrevistado acredita que as práticas preconizadas pelos requisitos de referenciais normativos dos países desenvolvidos sejam um caminho lógico e correto a seguir. Adicionalmente, entende-se que, análises de pertinência e adequação desses requisitos sejam comumente realizadas, bem como adaptações necessárias, em conformidade com as condições de cada planta, meio naval, critérios de segurança de cada fase dos processos inseridos no contexto e recursos disponíveis.

5. Saberá informar se existe algum procedimento ou norma internacional que poderia auxiliar na elaboração de um Sistema de Garantia da Qualidade para uma Base de Apoio?

Resposta: *O entrevistado respondeu que o raciocínio utilizado até aqui nas respostas anteriores, também deve valer nesse caso. Os referenciais normativos disponíveis pelo órgão regulador nacional, para as tratativas nucleares, possuem vasta literatura e informações que podem ser analisadas e adaptadas de modo apropriado às circunstâncias.*

6. Na sua opinião, o que poderia ser feito, em termos de gestão e garantia da qualidade, para aumentar a segurança nuclear no caso de uma base de apoio a um meio com propulsão nuclear?

Resposta: *O entrevistado respondeu que todas as normas apresentadas de modo sugestivo nestas questões podem ser avaliadas, e/ou adaptadas, e/ou customizadas para o ambiente do meio naval. Não há muito o que se achar por aí; ninguém “abre o jogo”. O desafio enorme é que, teremos que criar nossas próprias premissas, requisitos e práticas.*

O entrevistado ressalta que é necessário montar um SGQ que vá ao encontro das necessidades do projeto.

O entrevistado relembra que foi assim que foi feito no CTMSP desde o início. Nada existia em termos de GQ, apenas a diretrizes básicas da IAEA e as normas usuais (CFR 50, APÊNDICE B da NRC; CNEN 1.16; ASME NQA1).

- 7. A norma CNEN-1.16 prevê requisitos nas áreas de Controle de: documentos, projetos, aquisições, materiais, processos, inspeção e testes, itens não conformes etc. Tendo em vista que o PGQ de Angra I vai além dos requisitos obrigatórios da CNEN 1.16 já mencionados, na sua opinião: quais os requisitos adicionais poderiam ser incluídos no PGQ de uma Base de Apoio na fase de Operação?**

Resposta: *O entrevistado respondeu que o mesmo raciocínio usado até aqui; avaliar documentação normativa disponível e tentar customizar, sempre a favor da segurança, sem medo de errar. Vale dizer que o PGQ de ANGRA 1 tem como base o ASME NQA1 (concepção de usina Norte Americana) e os de ANGRA 2 e 3 são de usinas PWR alemães (base europeia, mais usual e conservadora).*

- 8. Como dito anteriormente, o PGQ da Usina de Angra I excede os requisitos da CNEN 1.16. Dos requisitos adicionais mencionados abaixo, quais poderiam ser aplicados para uma Base de Apoio a meios Navais com propulsão nuclear?**

- a) Conservação Preventiva em Angra I e Segurança Industrial Sim Não
- b) Gerenciamento de Paradas para Recarregamento e Manutenções Sim Não
- c) Ger. do Núcleo do Reator e Manuseio dos Elementos Combustíveis Sim Não
- d) Radioproteção Sim Não
- e) Gerenciamento de Efluentes e Rejeitos Radioativos Sim Não
- f) Preparação para Emergências Sim Não
- g) Proteção Física Sim Não
- h) Proteção Contra Incêndio Sim Não

i) Análise da Operação e da Experiência Operacional	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
j) Gerenciamento do Risco	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
k) Reavaliação Periódica de Segurança	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
l) Extensão de Vida Útil (LTO)	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Fonte: Elaboração própria