CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA TOMADA DE DECISÃO COM INFORMAÇÃO DO RISCO AO PROCESSO DE LICENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS

Marco André Talarico

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Nuclear, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Nuclear.

Orientador: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2015

CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA TOMADA DE DECISÃO COM INFORMAÇÃO DO RISCO AO PROCESSO DE LICENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS

Marco André Talarico

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA NUCLEAR.

Examinada por:

_____

Prof. Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo, D.Sc.

_____

Prof. Carlos André Vaz Junior, D.Sc.

_____

Dr. Pedro Luiz da Cruz Saldanha, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2015

Talarico, Marco André

Considerações sobre a Aplicação da Tomada de Decisão com Informação do Risco ao Processo de Licenciamento de Instalações Industriais Especiais. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

XX, 412 p.: il.; 29,7cm.

Orientador: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Dissertação (mestrado) - UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Nuclear, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 177-182

1.Tomada de Decisão 2. Informação do Risco. 3.Submarino com propulsão nuclear. 4. Análise de Segurança. I Melo, Paulo Fernando Ferreira Frutuoso. II Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Nuclear. III Título.

Dedico este trabalho à Deise pelo amor, carinho e compreensão em todos os momentos, pois sem os quais nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela vida que nos concedeu e à minha família pela paciência e apoio em todos os momentos.

Ao Contra-Almirante (RM1-EN) Alan Paes Leme Arthou pelo apoio fundamental para a realização desta pesquisa, e ao Capitão-de-Mar-e-Guerra (RM1-EN) Alvaro Rodrigues Fernandes pela ideia da realização do presente estudo e pelo constante incentivo e apoio durante o período em que tive a oportunidade de trabalhar ao seu lado na Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear - COGESN e sem os quais esse trabalho não seria concretizado.

Agradeço ao Contra-Almirante (EN) André Luis Ferreira Marques, do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo - CTMSP, pelo acompanhamento e orientações ao longo do tempo em que realizei essa pesquisa.

Ao Contra-Almirante (CA) Newton de Almeida Costa Neto e ao Capitão-de-Mar-e-Guerra (RM1) Ricardo Ibsen Pennaforte de Campos, ambos da COGESN, agradeço o constante incentivo e suporte prestados.

Ao colega Jonathan Marcello de Oliveira Pinto pela indicação do "caminho das pedras" e orientações prestadas. Pela amizade e consideração agradeço ao Capitão-de-Mar-e-Guerra (RM1-IM) João Carlos de Oliveira Pimenta e a todos os amigos da COGESN, do CTMSP, da Diretoria de Obras Civis da Marinha, e da COPPE.

Ao Professor Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo pela fundamental orientação, paciência e zelo com o qual desempenha suas atividades e ao Dr. Pedro Luiz da Cruz Saldanha pelas orientações importantes e grande motivação com o desenvolvimento do tema em questão.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA TOMADA DE DECISÃO COM INFORMAÇÃO DO RISCO AO PROCESSO DE LICENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS

Marco André Talarico

Fevereiro/2015

Orientador: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Programa: Engenharia Nuclear

A presente dissertação divide-se em três partes. Em primeiro lugar, são apresentadas a definição e a descrição de um modelo para as chamadas Instalações Industriais Especiais - IIE, que trata de instalações em terra firme cujo propósito é voltado à prestação de suporte a um submarino de propulsão nuclear. O modelo é constituído por um sistema e por um conjunto de requisitos atribuídos aos componentes do sistema.

Posteriormente, apresentam-se argumentos sobre o emprego do processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco - TDIR nas Instalações Industriais Especiais, ou seja, em instalações que cumprem o propósito supracitado e encontram-se de acordo com o modelo definido na primeira etapa.

Na parte final desta pesquisa, apresentam-se comentários sobre a inexistência de regulamentação específica no país que permita a realização do processo de licenciamento de Instalações Industriais Especiais pela Autoridade de Segurança Nuclear. O conjunto de requisitos para as IIE apresentado nesta dissertação e a argumentação sobre a utilização da TDIR complementam a Doutrina de Segurança apresentada na literatura e poderão servir como embasamento para elaboração de futuras normas regulamentação no Brasil.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

CONSIDERATIONS ABOUT APPLICATION OF RISK INFORMED DECISION MAKING IN LICENCING PROCESS OF SPECIAL INDUSTRIAL FACILITIES

Marco André Talarico

February/2015

Advisor: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Department: Nuclear Engineering

This work is divided into three parts. First, the definition and description of a model to Special Industrial Facilities (SIF) are presented. These are in land-based facilities as to provide support to a nuclear submarine. This model is composed of a system and a set of requirements that relate to this system.

After, arguments on application of Risk Informed Decision Making (RIDM) process to Special Industrial Facilities are presented; in the other words, a discussion about the RIDM application in those facilities which are intended to follow both the purpose and the model above are presented.

In the last part, comments about absence of specific regulation in this country to allow the licencing process of this kind of Special Industrial Facilities by Nuclear Safety Authority are presented. The set of SIF requirements presented in this dissertation and the argument on employment of RIDM complement the Safety Doctrine existing in the literature and could serve to base preparation of future regulation in Brazil.

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO 1
1.1 Brasil, um país pacífico 1
1.2 Defesa das riquezas brasileiras 1
1.3 Missão da Marinha do Brasil 2
1.4 Submarino com Propulsão Nuclear 2
1.5 Questões nucleares 3
1.6 Desdobramentos 3
2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA 4
3 APRESENTAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA 4
3.1 Objetivo do tema proposto 4
3.2 Descrição do desenvolvimento do tema 5
4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SUBMARINO NUCLEAR DE ATAQUE 7
4.1 Complexidade no projeto e construção do Submarino de propulsão nuclear 7
4.2 Características gerais do SNA 8
4.3 Reator nuclear 8
4.4 Propulsão Nuclear 9
4.5 Ciclo de vida do SNA 9
4.6 Manutenção do SNA 9
4.6.1 Período de Manutenção de Rotina (anualmente) 10
4.6.2 Período de Docagem de Rotina (a cada dois anos) 11
4.6.3 Período de Manutenção Geral (a cada quatro anos) 11
4.6.4 Período de Atualização e Modernização 12
4.6.5 Período de Docagem Final 12
4.7 Apoio Logístico do Submarino Nuclear de Ataque 12
4.7.1 Considerações a serem feitas no projeto das instalações de apoio logístico devido à presença do SNA 12
4.7.2 Considerações a serem feitas na fase de projeto sobre medidas contra agressões ambientais que poderão refletir no Navio, Instalação Nuclear e população 13
4.7.3 Requisitos do Navio que devem ser atendidos pelo apoio logístico 13
4.7.4 Requisitos da Instalação Nuclear que devem ser atendidos pelo apoio logístico 14
4.7.5 Requisitos do Ambiente que devem ser atendidos pela Instalação de Propulsão Nuclear a bordo do Submarino 14

5 INSTALAÇÃO DE APOIO LOGÍSTICO DO NAVIO NUCLEAR SAVANNAH... 15
5.1 Sobre o Navio Nuclear Savannah... 15
5.1.1 Início do N.S. Savannah... 15
5.1.2 O Predecessor S.S. Savannah... 16
5.1.3 Construção do N.S. Savannah... 16
5.1.4 Treinamento de pessoal... 18
5.1.5 Término do ciclo de vida do N.S. Savannah... 18
5.1.6 Descrição do N.S. Savannah... 19
5.1.7 N.S.V. Atomic Servant e os rejeitos do N.S. Savannah... 22
5.2 Sobre o apoio logístico ao N. S. Savannah... 22
5.2.1 Geral... 23
5.2.2 Requisitos específicos para as instalações de apoio ao N.S. Savannah... 23
5.2.3 Etapas das operações de manutenção... 24
5.2.3.1 Aproximação do N.S. Savannah à Instalação de Apoio Logístico em Terra24
5.2.3.2.Manutenção e reparos periódicos... 24
5.2.4 Instalações de manutenção para o N.S. Savannah... 25
5.2.4.1 Geral... 25
5.2.4.2 Sistema de manutenção do reator... 27
5.2.4.3 Sistema de troca de combustível... 27
5.2.4.4 Sistema de gerenciamento de rejeitos... 29
5.2.4.5 Sistema de manutenção... 29
5.2.4.6 Sistema de transporte... 30
5.2.4.7 Sistema de radioproteção... 30
5.2.5 Instalações de apoio em terra... 30
5.2.5.1 Instalação de Apoio Nuclear... 30
5.2.5.2 Cais e Pieres... 31
5.2.5.3 Estrutura de Interligação... 32
5.2.5.4 Edifício de Manutenção Nuclear (EMN)... 32
5.2.5.5 Edifício de Manutenção (EM)... 32
Figura 5.11 - Modelo da instalação nuclear do N.S. Savannah, com aproximadamente 21 metros de largura por 17 metros de altura (SFMNPA, 2011a). ... 35
5.2.5.6 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR)... 35
5.2.5.7 Área de armazenamento para rejeitos... 36

5.2.5.8 Área de armazenamento de embalagens 36
5.2.5.9 Área de descontaminação 37
5.2.5.10 Área de Troca de Combustível 38
5.2.5.11 Doca seca 39
5.2.5.12 Manutenção conjunta de instalações em terra e instalações flutuantes 39
5.2.6 Flutuante de manutenção N.S.V. Atomic Servant 40
5.2.6.1 Geral 40
5.2.6.2 Sistema de Manutenção Nuclear 42
5.2.6.3 Sistema de gerenciamento de rejeitos (SGR) 42
5.2.6.4 Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação... 43
5.2.6.5 Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação..... 43
5.2.6.6 Poço de armazenamento de combustível usado 44
5.2.6.7 Sistema de ventilação e remoção de gases 45
5.2.6.8 Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito 45
5.2.6.9 Sistema de gerenciamento de rejeitos radioativos 45
5.2.6.10 Proteção Radiológica 45
5.2.6.11 Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção 46
5.2.6.12 Vestiário e Lavanderia 47
5.2.6.13 Manutenção, reparo e docagem a seco 47
6 INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS - PRINCÍPIOS E REQUISITOS GERAIS DE SEGURANÇA NUCLEAR 48
6.1 Visão Geral das Instalações Industriais Especiais (IIE) 48
6.1.1 Descrição Geral 48
6.1.2 Manutenção do SNA 49
6.1.3 Armazenamento de combustíveis do reator e de rejeitos 50
6.1.4 Situações Operacionais das Instalações Industriais Especiais (SOIIE) 50
6.1.4.1 SOIIE-1 - Submarino Nuclear de Ataque presente 53
6.1.4.2 SOIIE-2 - Submarino Nuclear de Ataque ausente 53
6.1.5 Sigilo das informações 53
6.1.6 Descrição da proposta de sistemas constituintes das IIE 54
6.1.6.1 Sistema de Manutenção e Reparo (SMR) 57
6.1.6.2 Sistema de Encalhe e Docagem (SED) 57
6.1.6.3 Sistema de Manutenção Convencional (SMC) 58
6.1.6.4 Sistema de Manutenção Nuclear (SMN) 60

6.1.6.5 Sistema de Troca de Combustível (STC) 61
6.1.6.6 Sistema de Troca e Recarga (STR) 61
6.1.6.7 Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN) 61
6.1.6.8 Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR) 62
6.1.6.9 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR) 62
6.1.6.10 Sistema de Descontaminação (SD) 63
6.1.6.11 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR) 63
6.1.6.12 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR) 64
6.1.6.13 Sistema de Serviços Essenciais (SSE) 64
6.1.6.14 Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC) 64
6.1.6.15 Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN) 65
6.1.6.16 Sistema de Suporte à Saúde (SSS) 65
6.1.6.17 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional (SSSNC) 65
6.1.6.18 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica (SSSNR) 65
6.1.6.19 Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR) 66
6.1.6.20 Sistema de Segurança Industrial (SSI) 66
6.1.6.21 Sistema de Segurança Nuclear (SSN) 66
6.1.6.22 Sistema de Proteção Física (SPF) 67
6.1.6.23 Sistema da Garantia da Qualidade (SGQ) 67
6.1.7 Observações Complementares 67
6.2 Princípios e requisitos gerais de segurança nuclear 68
6.2.1 Segurança nuclear -objetivo fundamental e princípios 68
6.2.1.1 Liderança e gerenciamento da segurança 69
6.2.1.2 Justificação de instalações e atividades 69
6.2.1.3 Otimização da proteção 69
6.2.1.4 Limitação de riscos aos indivíduos 70
6.2.1.5 Proteção da presente geração e das futuras 70
6.2.1.6 Prevenção de acidentes 70
6.2.1.7 Preparação e resposta para situações de emergência 71
6.2.2 Requisitos gerais de segurança: abordagem gradual 71
6.2.3 Requisitos gerais de segurança - Defesa em Profundidade (DEP) 71

6.2.3.1 O conceito de Defesa em Profundidade (DEP) 71
6.2.3.2 Níveis de Defesa em Profundidade 72
6.2.3.3 Barreiras físicas 73
6.2.3.4 Funções de Segurança 75
6.2.3.5 Avaliação da Defesa em Profundidade 75
6.2.4 Margens de segurança 76
6.2.5 Avaliação de segurança 76
6.2.5.1 Análise de Segurança das IIE 80
6.2.5.2. Abordagem determinística 80
6.2.5.3 Abordagem probabilística 80
6.2.6 Requisitos específicos de segurança no projeto do conjunto SNA + IIE 93
6.2.6.1 Principais requisitos técnicos 93
6.2.6.2 Requisitos de Projeto - Base de projeto 95
6.2.6.3 Requisitos de Projeto - Análise de Segurança 99
6.2.6.4 Requisitos de Projeto para o Sistema de Resfriamento do Reator 99
6.2.6.5 Requisitos de Projeto para o Sistema de Contenção 100
6.2.6.5.1 Sistema de Contenção do reator 100
6.2.6.6 Requisitos de Projeto para o Sistema de Suprimento de Energia de Emergência 102
6.2.6.7 Requisitos de Projeto para o Sistema de Apoio e Sistemas Auxiliares 102
6.2.6.8 Requisitos de Projeto para os Sistemas de Conversão de Energia 103
6.2.6.9 Requisitos de Projeto para os Sistemas de Gerenciamento de Rejeitos 104
6.2.6.10 Requisitos de Projeto para os Sistemas de Manuseio de Elementos Combustíveis 104
6.2.6.11 Requisitos de Projeto para a Proteção Radiológica 104
6.2.7 Requisitos específicos para o projeto das Instalações Industriais Especiais 105
6.2.7.1 Processo de elaboração da base de requisitos específicos para o projeto de IIE 105
6.2.8 Apresentação dos requisitos específicos para o projeto de IIE 106
6.2.8.1 Sistema de Manutenção e Reparo (SMR) 106
6.2.8.2 Sistema de Encalhe e Docagem (SED) 106
6.2.8.3 Sistema de Manutenção Convencional (SMC) 107
6.2.8.4 Sistema de Manutenção Nuclear (SMN) 108
6.2.8.5 Sistema de Troca e Recarga (STR) 109

6.2.8.6 Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN) 110
6.2.8.7 Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR) 110
6.2.8.8 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR) 111
6.2.8.9 Sistema de Descontaminação (SD) 111
6.2.8.10 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR) 113
6.2.8.11 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR 113
6.2.8.12 Sistema de Serviços Essenciais (SSE) 114
6.2.8.13 Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC) 114
6.2.8.14 Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN) 114
6.2.8.15 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional (SSSNC) 115
6.2.8.16 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica (SSSNR) 115
6.2.8.17 Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR) 115
6.2.8.18 Sistema de Segurança Industrial (SSI) 117
6.2.8.19 Sistema de segurança Nuclear (SSN) 117
6.2.8.20 Sistema de Proteção Física (SPF) 118
6.2.8.21 Sistema da Garantia da Qualidade (SGQ) 118
6.2.8.22 Requisitos que abrangem todos os sistemas 119
7 APLICAÇÃO DO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO COM INFORMAÇÃO DO RISCO 120
7.1 Tomada de Decisão com Informação do Risco (TDIR) 120
7.1.1 Introdução 120
7.1.2 Princípios a serem cumpridos no processo da TDIR 121
7.1.3 Valores agregados em virtude da aplicação do processo TDIR 122
7.1.4 Passos para a aplicação do processo de TDIR 122
7.1.5 Elementos chave do processo TDIR 123
7.1.6 Considerações determinísticas 125
7.1.6.1 Tolerância às falhas 125
7.1.6.2 Defesa em Profundidade 125
7.1.6.3 Margens de Segurança 126
7.1.6.4 Outras considerações determinísticas 126
7.1.7 Análise Probabilística de Segurança 126

7.1.7.1 Limitações da APS 128
7.1.8 Considerações organizacionais 129
7.1.9 Considerações sobre proteção física 129
7.1.10 A integração entre os elementos chave 129
7.1.11 Considerações sobre incertezas 129
7.1.12 Monitoração de desempenho 130
7.1.13 Documentação e comunicação 130
7.2 Regulamentação com Informação do Risco - RIR 130
7.2.1 Propósito da Publicação e objetivo da TDIR 130
7.2.2 Breve histórico 131
7.2.3 Adoção da abordagem com informação do Risco pelos Estados Membros 131
7.2.4 Requisitos determinísticos 132
7.2.5 Abordagem Probabilística de Segurança 132
7.2.6 Abordagem de tomada de decisão integrada 135
7.2.6.1 Objetivo do processo TDIR 135
7.2.6.2 Requisitos obrigatórios (*mandatory requirements*) 136
7.2.6.3 Outros fatores a serem considerados na tomada de decisão 137
7.2.6.4 Considerações sobre o risco 137
7.2.6.5 Exemplos de aplicação da TDIR pela Autoridade de Segurança Nuclear . 137
7.2.6.6 Passos para a aplicação da TDIR 137
7.2.6.7 Requisitos do órgão regulador para o uso da TDIR 138
7.2.7 Aplicação da TDIR em questões de segurança do conjunto SNA + IIE 139
7.2.8 Aplicação da Informação do Risco em atividades do órgão regulador 139
7.2.8.1 Passos na aplicação da informação do risco a um grupo de regulamentos 140
7.2.8.2 Passos na aplicação da informação do risco a um regulamento individual 142
7.3 Aplicação da TDIR pela *U.S. Nuclear Regulatory Commision* 145
7.3.1 Introdução 146
7.3.2 Uso da Avaliação Probabilística de Segurança 146
7.3.3 Aumento da Frequência de Dano ao Núcleo (CDF) 147
7.3.4 Cautela no emprego da TDIR pela U.S.NRC 147
7.3.5 Processo TDIR para as propostas de alteração da Base de Licenciamento pelo órgão licenciado 147
7.3.5.1 Princípios Chave da TDIR 148
7.3.5.2 Proposta de abordagem para avaliação e diretrizes de aceitação 149

7.3.5.3 Processo da TDIR 150
7.4. Tomada de Decisão com Informação do Risco nas Instalações Industriais Especiais 160
7.4.1 Objetivos da TDIR 160
7.4.2 Emprego do processo de TDIR 160
7.4.3 Considerações sobre os resultados da APS no processo TDIR 160
7.4.3.1 Acidente de Three Mile Island 161
7.4.3.2 O caso de Chernobyl 163
7.4.3.3 - APS Viva - *Living Probabilistic Safety Assessment* 164
7.4.4 Aplicação nas Instalações Industriais Especiais 164
8 LICENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS 167
8.1. Informação do Risco no licenciamento nos Estados Unidos da América 167
8.2. Licenciamento no Brasil 169
8.2.1 Passos no processo de licenciamento 169
8.2.2 Prescrição do Gerenciamento de Risco 170
8.2.3 Considerações sobre o processo de licenciamento vigente 171
9. CONCLUSÃO 173
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 177
ANEXO - PROCESSO DE ELABORAÇÃO DOS REQUISITOS PARA PROJETO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS 183

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1 - Esboço do S.S. Savannah....16
Figura 5.2 - Lançamento do N.S. Savannah em 21 de julho de 1959....17
Figura 5.3 - N. S. Savannah....20
Figura 5.4 - Posição do reator nuclear, da praça de máquinas e do alojamento dos passageiros no N.S. Savannah....21
Figura 5.5 - Inserção de elementos combustíveis no reator do N.S. Savannah....28
Figura 5.6 - Reabastecimento do N.S. Savannah....28
Figura 5.7 - Reabastecimento do N.S. Savannah....29
Figura 5.8 - N.S. Savannah em Doca Seca....31
Figura 5.9 - Edifício de Manutenção - vista em elevação....33
Figura 5.10 - Edifício de Manutenção - vista em planta....34
Figura 5.11 - Modelo da instalação nuclear do N.S. Savannah....35
Figura 5.9 - N.S.V. Atomic Servant - Flutuante de Serviço do N.S. Savannah....41
Figura 6.1 - Ilustração dos cenários básicos entre as IIE e o SNA....51
Figura 6.2 - Diagrama dos sistemas constituintes da Base Naval para o modelo de Instalações Industriais Especiais proposto....56
Figura 6.3 - Considerações sobre a altura de gancho com o SNA atracado no cais....59
Figura 6.4 - Considerações sobre a altura de gancho com o SNA docado no dique....60
Figura 6.5 - relacionamento entre barreiras físicas e níveis de DEP....74
Figura 6.6 - Visão geral do processo de avaliação de segurança....79
Figura 6.7 - Representação dos níveis da APS....83
Figura 6.8 - Níveis de risco e ALARP/ALARA....91
Figura 7.1 - Integração entre os elementos-chave do processo TDIR....124
Figura 7.2 - Processo Integrado de Tomada de Decisão....135
Figura 7.3 - Passos do processo TDIR....138
Figura 7.4 - Aplicação da TDIR na revisão dos regulamentos....141
Figura 7.5 - Princípios chave da TDIR....148
Figura 7.6 - Elementos do processo TDIR....150
Figura 7.7 - Diretrizes de aceitação....156
Figura 7.8 - Modelo do Queijo Suíço ilustrando o acidente de TMI....162
Figura A1 - exemplificação da elaboração da Tabela A3....184

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Complexidade de construção do Submarino de Propulsão Nuclear.....7
Tabela 5.1.6 - Características do N.S. Savannah.....21
Tabela 5.2.6 - Características do N.S.V. Atomic Servant 41
Tabela 6.1.1 - Esquema do apoio logístico 49
Tabela 6.2.3.2 - Níveis de Defesa em Profundidade 72
Tabela A1 - Critério de Julgamento.....185
Tabela A2 - Registro dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA.....187
Tabela A3 - Registro contendo a descrição das instalações de apoio logístico do N.S. Savannah.....189
Tabela A4.1 - Registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C1 a C8.....201
Tabela A4.2 - Registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C9 a C17.....219
Tabela A4.3 - Registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C18 a C25.....237
Tabela A4.4 - Registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C26 a C28.....255
Tabela A5 - Registro da associação realizada entre as instalações de apoio logístico do N.S. Savannah e os componentes do sistema das Instalações Industriais Especiais.....267
Tabela A6 - Registro das informações sobre as instalações de apoio logístico do N.S. Savannah e dos requisitos específicos elaborados.....318

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIAÇÕES

AEC	*Atomic Energy Commission*
AL	*Aprovação do Local*
ALARA	*As Low As Reasonably Achievable*
ALARP	*As Low As Reasonably Praticable*
AOI	Autorização para Operação Inicial
AOP	Autorização par Operação Permanente
APS	Análise Probabilística de Segurança
ASN	Autoridade de Segurança Nuclear
AUMN	Autorização para Utilização de Materiais Nucleares
CDF	*Core Damage Frequency*
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNN	Complexo Nuclear Naval
CR	Compartimento do Reator
CTMSP	Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
D	Descomissionamento
DEP	Defesa Em Profundidade
EC	Estaleiro de Construção
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ER	Equipe de Radioproteção
ETEC	Equipamento de Troca de Elementos Combustíveis
GV	Gerador de Vapor
HAZOP	*HAZard and Operability*
IAL	Instalações de Apoio Logístico
IIE	Instalações Industriais Especiais
IPN	Instalação de Propulsão Nuclear
LABGENE	Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica
LC	Licença de Construção
LERF	*Large Early Realease Frequency*
LOCA	*Loss Of Coolant Accident*
LWR	*Light Water Reactor*
MARAD	*Maritime Administration*
NRC	*Nuclear Regulatory Commission*

NS	*Nuclear Ship*
NSV	*Nuclear Servicing Vessel*
PAM	Período de Atualização e Modernização
PDF	Período de Docagem Final
PDR	Período de Docagem de Rotina
PMG	Período de Manutenção Geral
PMR	Período de Manutenção de Rotina
PNM	Programa Nuclear da Marinha
PROSUB	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
PWR	*Pressurized Water Reactor*
QHO	*Quantitative Health Objectives*
RBMK	*Reaktor Bolshoy Moshchnosti Kanalnyy*
RFAS	Relatório Final de Análise de Segurança
RSS	*Reactor Safety Study*
SACN	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo
SACR	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator
SCRAM	*Safety Control Rod Axe Man*
SD	Sistema de Descontaminação
SEC	Sistemas, Estruturas e Componentes
SED	Sistema de Encalhe e Docagem
SGR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos
SMC	Sistema de Manutenção Convencional
SMN	Sistema de Manutenção e Reparo
SMN	Sistema de Manutenção Nuclear
SMPR	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica
SNA	Submarino Nuclear de Ataque (vide SNBR)
SOIIE	Situações Operacionais das Instalações Industriais Especiais
SPF	Sistema de Proteção Física
SRAR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação
SRBR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação
SSE	Sistema de Serviços Essenciais
SSEC	Sistema de Serviços Essenciais Convencional
SSEN	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear
SSI	Sistema de Segurança Industrial

SSN	Sistema de segurança Nuclear
SSS	Sistema de Suporte à Saúde
STC	Sistema de Troca de Combustível
STR	Sistema de Troca e Recarga
TDIR	Tomada de Decisão com Informação do Risco
TMI	*Three Mile Island*

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 Brasil, um país pacífico

Conforme consta da Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2008), o Brasil "é pacífico por tradição e por convicção. Vive em paz com seus vizinhos. (...) Esse traço de pacifismo é parte da identidade nacional e um valor a ser conservado pelo povo brasileiro". Ainda, segundo BRASIL (2008), caso o Brasil queira ocupar uma posição de respeito perante o mundo, deve estar preparado para defender-se não somente das agressões, mas também das ameaças.

O povo brasileiro deve se envolver no debate e construção da sua própria defesa. A Estratégia Nacional de Defesa não se separa da Estratégia Nacional de Desenvolvimento " esta motiva aquela. Aquela fornece escudo para esta". Nas duas ocorre o despertar para a nacionalidade e construção da nação. "Defendido, o Brasil terá como dizer não, quando tiver que dizer não" e estará capacitado para a construção do seu próprio modelo de desenvolvimento (BRASIL, 2008).

As Forças Armadas não são um tipo de seguro feito pela nação para uma eventual situação de guerra, mas sim para atuar de forma permanente, conjuntamente com a diplomacia, rumo aos objetivos nacionais, que podem ser alcançados sem o recurso da guerra (FERNANDES et al, 2013).

1.2 Defesa das riquezas brasileiras

Segundo FERNANDES et al (2013), o petróleo da camada pré-sal faz com que o mar adquira uma extraordinária relevância econômica, refletindo numa maior preocupação com o reaparelhamento, em particular, da Marinha do Brasil (MB).

Caso as disputas entre Estados sejam interligadas a conflitos de interesses, essa crescente importância do papel do Brasil na economia implica o reconhecimento de que poderão surgir problemas de segurança (FERNANDES et al, 2013).

1.3 Missão da Marinha do Brasil

A missão da Marinha do Brasil é o preparo e emprego do Poder Naval, cujas quatro tarefas básicas são: "controlar áreas marítimas, negar o uso do mar ao inimigo, projetar poder sobre terra e contribuir para a dissuasão" (BRASIL, 2012).

A aplicação do Poder Naval deve ser dirigida (segundo BRASIL (2008)), conforme as circunstâncias, para:

a) "defesa pró-ativa das plataformas petrolíferas";
b) "defesa pró-ativa das instalações navais e portuárias, dos arquipélagos e das ilhas oceânicas nas águas jurisdicionais brasileiras" e;
c) "prontidão para responder a qualquer ameaça, por Estado ou por forças não-convencionais ou criminosas, às vias marítimas de comércio (...)".

Sabe-se que um "Poder Naval bem-aparelhado provê, ao nível político decisório, a capacidade de graduar a aplicação da força, no tempo e local apropriados, e com a intensidade proporcional aos propósitos pretendidos, representando eficaz elemento de dissuasão."

1.4 Submarino com Propulsão Nuclear

Na década de 70, a Marinha do Brasil constatou que, para cumprir sua missão constitucional de defesa da soberania, integridade territorial e interesses marítimos do País, seria necessária a obtenção de submarinos com propulsão nuclear, que possuem maior mobilidade que os submarinos convencionais, garantindo a defesa avançada da fronteira marítima mais distante (BRASIL, 2012). A disponibilidade de submarinos com propulsão nuclear acrescenta ao Poder Naval do Brasil uma capacidade de dissuasão à altura da sua missão constitucional, *op. cit.*.

No escopo da ampliação da capacidade operacional da Marinha brasileira, destaca-se o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), que possui em seu bojo o lançamento ao mar de quatro submarinos convencionais (a partir de 2016) e um submarino de propulsão nuclear (a partir de 2022), a construção de um estaleiro naval e de uma base naval para prestar apoio a essas unidades (BRASIL, 2012).

Conforme BRASIL (2012), o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) está intimamente relacionado com o Programa Nuclear da Marinha (PNM). Esse último engloba:

a) o desenvolvimento do ciclo de combustível;

b) construção e validação do Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica (LABGENE);
c) construção de um protótipo de reator tipo PWR, base para o reator do primeiro Submarino de Propulsão Nuclear Brasileiro (SNBR) e;
d) fortalecimento do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

1.5 Questões nucleares

O setor nuclear possui importância estratégica e seu fortalecimento consta das Diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa. Trata-se de um setor que transcende a divisão entre "desenvolvimento e defesa, entre o civil e o militar" (BRASIL, 2008). Ou seja, os benefícios do desenvolvimento do setor nuclear na área militar refletem diretamente no setor civil.

Ressalta-se que, de acordo com BRASIL (2008), o país assumiu o compromisso de utilizar a energia nuclear estritamente para fins pacíficos (em decorrência da Constituição Federal e da adesão ao Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares); porém, afirma a necessidade estratégica do desenvolvimento e domínio da tecnologia nuclear.

Existe a necessidade de: 1) garantir o equilíbrio de sua matriz energética; 2) avançar nas áreas que podem ser beneficiadas com a tecnologia da energia nuclear (agricultura e saúde) e; 3) levar a cabo o projeto do submarino com propulsão nuclear.

Assim, não se deve despojar da tecnologia nuclear, mas sim, desenvolvê-la por meio das seguintes alternativas, inclusive: "Completar, no que diz respeito ao programa de submarino de propulsão nuclear, a nacionalização completa e o desenvolvimento em escala industrial do ciclo do combustível (inclusive a gaseificação e o enriquecimento) e da tecnologia da construção de reatores, para uso exclusivo do Brasil, acelerar o mapeamento, a prospecção e o aproveitamento das jazidas de urânio" (BRASIL, 2008).

1.6 Desdobramentos

Além dos benefícios citados pela importância estratégica do setor nuclear, o projeto, a construção e fabricação do submarino de propulsão nuclear no Brasil representam "um conhecimento a ser adquirido bastante relevante e com possibilidade de trazer inúmeros benefícios e não somente os relacionados à expressão militar e à segurança. O arrasto tecnológico a ser induzido é o que primeiramente se tem como certo e promissor. Na verdade, isto já vem ocorrendo mais fortemente desde 1979, ano em que a

Marinha assumiu a dianteira das atividades correlacionadas com a pesquisa nuclear" (MACHADO, 2010).

2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Conforme escopo de ampliação da capacidade operacional da Marinha apresentado anteriormente, a obtenção de um submarino de propulsão nuclear (doravante denominado Submarino Nuclear de Ataque - SNA, termo empregado em GUIMARÃES (1999)), bem como das instalações de apoio ao referido submarino (denominadas Instalações Industriais Especiais - IIE, cuja definição é apresentada no Capítulo 6) estão sujeitas ao licenciamento por parte da Autoridade de Segurança Nuclear -ASN representada no Brasil pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN.

Entretanto, no Brasil, atualmente não existe amparo legal para o licenciamento de instalações nucleares constituídas pelo submarino de propulsão nuclear e respectivas instalações de apoio em terra. As instalações regulamentadas por CNEN (2002) são terrestres e estacionárias, tal como a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (unidades: Angra 1, Angra 2 e Angra 3 - em construção), denominadas aqui de usinas núcleo-elétricas convencionais.

3 APRESENTAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA

3.1 Objetivo do tema proposto

Em 1999, com a finalidade de fundamentar a implantação de futura regulamentação voltada ao licenciamento de uma Instalação de Propulsão Nuclear - IPN a bordo de um SNA, GUIMARÃES (1999) propôs uma doutrina de segurança consistente e coerente, compatibilizando conceitos, técnicas e práticas de engenharia naval e nuclear sob a forma de um conjunto de princípios, critérios, requisitos e procedimentos. Tal doutrina se fazia necessária, porém inexistia no país naquela época.

Considerando-se que a análise de segurança das instalações de apoio em terra relacionadas com o reator nuclear do SNA foi enquadrada como um estudo complementar à análise de segurança do próprio submarino (GUIMARÃES, 1999), e tendo em vista a atual situação da Marinha do Brasil na condução dos projetos e obras para a construção das referidas instalações de apoio em terra (MARINHA DO BRASIL, 2011), o presente texto

apresenta a elaboração de um conjunto complementar de requisitos com o propósito de fornecer orientação para a realização de projetos de futuras Instalações Industriais Especiais e de requisitos legais para processo de licenciamento.

A evolução da Análise Probabilística de Segurança - APS mostrou, com seu crescente emprego, ser uma ferramenta adicional do processo decisório no que se refere a questões reguladoras (USNRC, 2011). Desta forma, a proposta de um conjunto complementar de requisitos para as instalações de apoio ao SNA em terra e a apresentação da aplicação do processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco - ambos com o propósito de prover embasamento à atualização do arcabouço normativo para licenciamento de empreendimentos dessa natureza no país - motivaram a realização do presente trabalho de pesquisa.

3.2 Descrição do desenvolvimento do tema

A elaboração do supracitado conjunto complementar de requisitos foi embasada nas instalações que prestaram suporte ao Navio Nuclear Savannah, construído pelos Estados Unidos da América no final da década de 50, que visava o atendimento dos requisitos do SNA e das normas atuais de segurança nuclear.

Essa etapa divide-se em três capítulos: no Capítulo 4, são apresentadas características gerais do SNA, bem como os requisitos relacionados com a segurança nuclear que devem ser cumpridos pelas instalações de apoio logístico no atendimento das necessidades do submarino; no Capítulo 5, é realizada uma breve descrição do N.S. Savannah e das instalações que prestaram apoio logístico a esse navio de propulsão nuclear norte-americano; no Capítulo 6, é primeiramente apresentada uma descrição geral das Instalações Industriais Especiais, situações operacionais gerais e a proposta de um sistema por meio do qual as IIE possam cumprir seu propósito. Em seguida, são apresentados princípios e requisitos de segurança nuclear que devem ser cumpridos. Finalmente, apresenta-se o conjunto de requisitos específicos para as IIE.

Uma vez apresentados o modelo para os sistemas das IIE e os grupos de requisitos específicos que complementam o conjunto apresentado em 1999 por Guimarães, discorre-se sobre considerações na implantação do Processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco ao Licenciamento. Desta forma, no Capítulo 7, são apresentadas considerações sobre a aplicação do Processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco no contexto das Instalações Industriais Especiais e; no Capítulo 8, apresenta-se um panorama sobre a regulamentação atual no Brasil e no Exterior, considerações sobre a

incorporação dos requisitos específicos nos regulamentos vigentes, incluindo o Processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco. As conclusões são apresentadas no Capítulo 9.

Faz-se a seguinte ressalva: tendo em vista a abrangência do tema aqui tratado e também da limitação temporal para a conclusão da pesquisa, o escopo da presente dissertação foi reduzido ao estudo de aspectos julgados mais relevantes para a segurança nuclear, sem acarretar prejuízo ao propósito inicial de acrescentar uma contribuição ao direcionamento do projeto e respectivo processo de licenciamento do empreendimento sob responsabilidade da Marinha do Brasil.

4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SUBMARINO NUCLEAR DE ATAQUE

As informações contidas neste capítulo foram extraídas integralmente de GUIMARÃES (1999). As exceções possuem as respectivas referências mencionadas explicitamente ao longo do presente capítulo.

Ressalta-se que em GUIMARÃES (1999) encontra-se um trabalho rico em detalhes sobre segurança envolvendo o Submarino Nuclear de Ataque. Trata-se assim de uma leitura altamente recomendável ao leitor interessado no tema. No presente trabalho, procurou-se adotar os termos empregados em GUIMARÃES (1999).

4.1 Complexidade no projeto e construção do Submarino de propulsão nuclear

Inicialmente, a título de ilustração, apresentam-se na Tabela 4.1 dados que permitem a comparação da ordem de grandeza da complexidade dos trabalhos envolvidos (medida em Homem-hora) na construção de diversos veículos e de submarinos.

Em conjunto, estaleiros dos Estados Unidos da América trabalham pelo programa National Shipbuilding Research Program *(*NSRP*)* - Programa Nacional de Pesquisa para Construção Naval com o propósito de redução nos custos de construção, operação e manutenção de navios por meio do aperfeiçoamento de tecnologia e processos, acarretando aumento da produtividade e qualidade (NSRP, 2014).

Tabela 4.1 - Complexidade de construção do Submarino de Propulsão Nuclear, com base em NSRP-ASE (2011?)

	Automóvel	Carro de Combate (M-1 Battle Tank)	Avião Comercial (Boeing 777)	Submarino Convencional	Submarino Nuclear Lançador de Mísseis Balísticos
Mão-de-Obra (h.h)	23	5.500	50.000	8.000.000	12.000.000
Partes (unidade)	3.000	14.000	103.000	950.000	1.000.000
Massa (t)	2	65	254	6.900	18.750

Os valores da Tabela 4.1 demonstram que a obtenção de um submarino com propulsão nuclear (desprezando-se a parte dos sistemas lançadores de mísseis balísticos, que não é o caso do Submarino Nuclear de Ataque brasileiro) requer a lida com um número de partes 333 vezes maior do que na montagem de um automóvel e um consumo 521.739 maior de mão de obra.

Tal complexidade exige do país que detém esse feito em seu histórico a apresentação de um desenvolvimento tecnológico compatível, acarretando desdobramentos desejáveis para o Brasil, tais como: desenvolvimento industrial, expansão das aplicações da tecnologia de geração de energia nuclear, geração de empregos e formação de profissionais de nível técnico e superior.

4.2 Características gerais do SNA

O Submarino Nuclear de Ataque - SNA é um submarino de propulsão nuclear (em alguns textos, denominado "submarino atômico"). Este deve ser capaz de realizar ataque por meio de lançamento de torpedos ou mísseis, operar em áreas oceânicas, distantes dos pontos de apoio em terra (aproximadamente 100 dias). Essa autonomia é limitada somente pela resistência de tripulação e da capacidade de armazenamento de víveres. Pode submergir a profundidades que variam entre 300 m e 500 m, navega a uma velocidade de 25 a 35 nós.

4.3 Reator nuclear

Para a propulsão do SNA, é prevista a utilização de um reator tipo PWR, predominante em mais de 95% dos submarinos nucleares já construídos. O reator deverá ser capaz de fornecer potência térmica na faixa de 50 MWt a 100 MWt e ser abastecido por elementos combustíveis cerâmicos constituídos de pastilhas de baixo enriquecimento de U-235 (abaixo de 20% da massa total de urânio), revestidos por aço inoxidável ou liga de zircônio. O formato poderá ser tipo vareta ou tipo placa. O refrigerante usado para remoção de calor do núcleo é do tipo água leve.

Observando-se os valores de potência do reator, constata-se que o valor da potência do reator nuclear a bordo do submarino é cerca de 2,5% do valor da potência do reator PWR instalado em Angra 2 (3771MWt).

4.4 Propulsão Nuclear

O circuito primário de refrigerante deverá operar em uma faixa de pressão da ordem de 120 a 160 bar e temperatura de 250 a 300ºC. A água leve remove calor do núcleo do reator e transfere essa energia para o Gerador de Vapor - GV.

O circuito secundário obedecerá ao ciclo Rankine. O refrigerante desse circuito, na fase líquida, entra no GV, absorve calor e sofre vaporização, tornando-se vapor saturado que transferirá sua energia para as turbinas que estarão acopladas a geradores elétricos ou diretamente ao eixo propulsor do navio (pela engrenagem redutora).

Os condensadores das turbinas são refrigerados por água do mar, em um ciclo aberto.

4.5 Ciclo de vida do SNA

O conhecimento do ciclo de vida do navio influencia o projeto das instalações de apoio como, por exemplo, os tipos de manutenção exigidos (qualidade de mão de obra, materiais e equipamentos envolvidos), a duração estimada para o reparo/modernização (quantidade de homem-hora, área para apoio da mão-de-obra subcontratada, área para estoque de materiais).

De acordo com GUIMARÃES (1999), o Submarino Nuclear de Ataque deverá possuir vida útil de 30 anos.

4.6 Manutenção do SNA

Ao longo de sua vida, o Submarino Nuclear de Ataque passará pelos seguintes estágios de manutenção a serem realizados nas instalações de apoio em terra, *op. cit.*:

a) Período de Manutenção de Rotina (PMR);
b) Período de Docagem de Rotina (PDR);
c) Período de Manutenção Geral (PMG);
d) Período de Docagem Final - PDF e;
e) Descomissionamento do navio.

Segundo SEVESTRE (1991), *apud* GUIMARÃES (1999), existem, em geral, três níveis de manutenção da IPN, cada qual associado a um tipo de instalação de apoio em terra:

a) manutenção de 1º escalão: conjunto de serviços que envolvem a abertura do reator nuclear para inspeção e/ou intervenção no núcleo ou vaso de pressão (de acordo com GUIMARÃES (1999), a denominação da instalação de apoio em terra para este nível de manutenção é base naval, que deverá conter sala limpa, oficina mecânica quente, células quentes, piscina de armazenamento de elementos combustíveis usados);
b) manutenção de 2º escalão: conjunto de serviços na instalação nuclear que podem exigir a parada a frio do reator para intervenções limitadas (conforme GUIMARÃES (1999), a instalação em terra para prestar apoio a este nível de manutenção denomina-se estação naval e deve ser capaz de fornecer energia elétrica, fluidos e até mesmo coletar rejeitos líquidos do SNA);
c) manutenção de 3º escalão: conjunto de serviços onde ocorre parada a quente da instalação nuclear e limita-se a inspeção e testes (por GUIMARÃES (1999), o porto de escala é a instalação de apoio em terra onde o SNA deverá permanecer em funcionamento autônomo);

Conforme planejamento estimado do ciclo de vida do SNA, as Instalações Industriais Especiais deverão oferecer suporte para diversos níveis de manutenção, conforme descrito a seguir.

4.6.1 Período de Manutenção de Rotina (anualmente)

Inspeção da IPN:

a) Deverão ser examinados, na ocorrência de anormalidades, os registros de bordo das instalações de máquinas relativos ao funcionamento do reator, relatórios de operação, dados referentes a inspeções e testes periódicos e em serviço;
b) Deverá ser demonstrado o desempenho esperado das funções de segurança - proteção do reator, controle de reatividade, etc.;
c) Deverão também ser verificados os sistemas auxiliares (alimentação elétrica, hidráulica, pneumática e instrumentação e controle) que prestam suporte aos sistemas que desempenham diretamente as funções de segurança a fim de demonstrar que estes operam conforme o esperado.

Inspeção da estrutura do casco (em especial, a região do Compartimento do Reator), GUIMARÃES (1999).

4.6.2 Período de Docagem de Rotina (a cada dois anos)

Inspeção da IPN: estrutura do casco (em especial, região do Compartimento do Reator. Essa inspeção deverá incluir a verificação de deformações e reduções da espessura das chapas e membros estruturais principais do CR), *op. cit.*.

4.6.3 Período de Manutenção Geral (a cada quatro anos)

Conforme *op. cit.*: deverá coincidir com a troca/recarga de combustível, a inspeção da IPN, da estrutura do casco (em especial a região do Compartimento do Reator) deverá ser tal como no PMR.

Execução de ensaios não destrutivos em:

a) Estruturas, componentes e sistemas da barreira de pressão do circuito primário;
b) Estruturas, componentes e sistemas dos vasos de pressão do circuito secundário;
c) tubulações de água líquida e vapor;
d) Equipamentos associados.

Realização de medida da taxa de vazamento da estrutura de contenção.

Realização de testes em:

a) Geradores de vapor;
b) Carcaças de bombas;
c) Corpo de válvulas;
d) Vaso de pressão do pressurizador do circuito primário.

Realização de inspeção em:

a) partes internas do reator (com os elementos combustíveis removidos);
b) blindagens biológicas;
c) no fundo, em tanques, vasos, conexões, estruturas e fundações com compartimento do reator.

Limpeza de tanques, vasos de pressão e espaços internos do CR para eliminar corrosão e sedimentos.

A partir do 2º PMG, incluem-se os testes em todos os vasos de pressão e tubulações a uma pressão superior àquela de projeto e testes para detecção de vazamento em todos os componentes que contêm material radioativo.

4.6.4 Período de Atualização e Modernização

O Período de Atualização e Modernização tem por objetivo atualizar os sistemas e componentes do submarino por meio de alterações *op. cit.*.

4.6.5 Período de Docagem Final

Evento que marca a conclusão da vida útil do submarino com o seu descomissionamento (desmantelamento protelado e/ou imediato) e desmontagem do navio.

Ainda de acordo com as condições de prontidão, na situação de guerra, o tempo máximo para o SNA suspender é: 1) após o término do período de manutenção (em caso de PMR) ou; 2) após teste de Imersão a Grande Profundidade (IGP) e inspeção de segurança nuclear (em caso de PMG).

Em situação de paz, o tempo máximo para o SNA suspender é: 1) após realização do IGP (em caso de PMR) ou; 2) após inspeção de eficiência operativa e de segurança nuclear (em caso de PMG) *op. cit.*.

4.7 Apoio Logístico do Submarino Nuclear de Ataque

Após a apresentação das características mais relevantes do submarino (para este trabalho de pesquisa), conclui-se este capítulo com a apresentação das características das instalações de apoio logístico necessárias para atender ao SNA, com base nos relacionamentos entre a instalação nuclear, navio, apoio logístico e ambiente conforme conceitos apresentados em GUIMARÃES (1999).

4.7.1 Considerações a serem feitas no projeto das instalações de apoio logístico devido à presença do SNA

A seguir encontram-se relacionadas as considerações a serem feitas na fase de projeto do apoio logístico:

- meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos;

- meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência;

- meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência;

- meios de preparo do apoio logístico durante os períodos entre recargas de combustível;

- meios para armazenagem de combustível usado e de combustível novo;

- meios de preparo do apoio logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA;

- meios de preparo do apoio logístico para atuação no descomissionamento do SNA.

4.7.2 Considerações a serem feitas na fase de projeto sobre medidas contra agressões ambientais que poderão refletir no Navio, Instalação Nuclear e população

A seguir encontram-se relacionadas as considerações a serem feitas na fase de projeto sobre agressões ambientais sobre a IPN e o Navio quanto sobre o grupo crítico:

- meios de proteção contra agressões externas naturais e de mitigação de suas consequências;

- meios de proteção contra atos de sabotagem e de mitigação de seus efeitos em caso de ocorrência daqueles;

- meios de proteção do Grupo Crítico contra os efeitos de liberações anormais de material radioativo e de mitigação dos efeitos de liberação desses materiais.

4.7.3 Requisitos do Navio que devem ser atendidos pelo apoio logístico

A seguir, relacionam-se os seguintes requisitos a serem atendidos pelo apoio logístico:

- fornecimento de segurança física;

- fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento;

- previsão de cais de atracação;

- previsão de doca seca;
- previsão de sobressalentes e ferramentas especiais;
- previsão de oficinas;
- previsão de pessoal especializado em manutenção e reparo.

4.7.4 Requisitos da Instalação Nuclear que devem ser atendidos pelo apoio logístico

A seguir, relacionam-se os seguintes requisitos a serem atendidos pelo apoio logístico:

- fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento no cais e na doca seca;
- previsão de instalações especializadas para troca de combustível, processamento de rejeitos e efluentes e descontaminação de componentes;
- previsão de blindagem e confinamento no cais e em dique seco;
- previsão de sobressalentes e ferramentas especiais;
- previsão de "oficina quente";
- previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.

4.7.5 Requisitos do Ambiente que devem ser atendidos pela Instalação de Propulsão Nuclear a bordo do Submarino

A seguir, relacionam-se os seguintes requisitos do meio ambiente sobre o SNA e respectiva IPN:

- meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência;
- meios de mitigação dos efeitos da descarga no mar de água de resfriamento aquecida (com qualidade adequada - partículas em suspensão, poluentes diversos, organismos vivos, temperatura);
- meios de proteção contra descarga no mar de produtos químicos não radioativos e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.

5 INSTALAÇÃO DE APOIO LOGÍSTICO DO NAVIO NUCLEAR SAVANNAH

Neste capítulo, apresentam-se as características principais do Navio Nuclear Savannah e a descrição das instalações que prestaram suporte ao N S Savannah durante sua operação nas décadas de 60 e 70.

5.1 Sobre o Navio Nuclear Savannah

A seguir, apresenta-se um breve histórico desde a concepção até a desativação do Navio Nuclear Savannah.

5.1.1 Início do N.S. Savannah

Segundo LANGE (1990), em 25 de abril de 1955, o presidente dos EUA, Dwight D. Eisenhower, em concordância com a iniciativa átomos para a paz, anunciou a construção de um navio pacífico de propulsão nuclear, para uso benéfico (não-militar) do poder da energia nuclear. O fato se deu em menos de sete meses após o lançamento do Submarino USS Nautilus. O desenvolvimento do chamado Navio Nuclear Savannah (Nuclear Ship Savannah) foi autorizado pelo Congresso dos EUA em julho de 1956 e colocado sob direção conjunta da Maritime Administration (MARAD) e da Atomic Energy Commission (AEC).

Dois elementos da proposta inicial de Eisenhower para o navio sofreram alteração:

a) a concepção do navio da paz foi reformulada para suportar o transporte de passageiros e de carga a fim de mostrar o uso da energia nuclear no transporte cargueiro;
b) um novo reator deveria ser desenvolvido em vez de usar o projeto do reator a bordo do Submarino Nautilus a fim de que fosse desvinculada qualquer associação com tecnologia de aplicação militar.

Tais alterações acarretaram desvantagens no uso para transporte de carga, pois exigiram uma solução de compromisso para o cumprimento da tarefa de transporte misto (passageiros e carga). Um exemplo de desvantagem se dava no desperdício de espaço com instalações de luxo para passageiros, escotilhas de carga posicionadas em locais que comprometiam a eficiência e guindastes inadequados que dificultaram a competição comercial.

5.1.2 O Predecessor S.S. Savannah

O N.S. Savannah possui o mesmo nome do seu predecessor Navio a Vapor Savannah (Steam Ship Savannah), o primeiro navio deste tipo a realizar a viagem transatlântica no ano de 1819. O S.S. Savannah possuía três mastros de velas permitindo a navegação sem utilização da propulsão a vapor (vide ilustração do navio na Figura 5.1)

Na viagem de quatro semanas de Nova York para Liverpool, o S.S. Savannah transportou tanto combustível quanto poderia carregar (75 toneladas de carvão e 25 cordas de lenha - o que equivale a 91 metros cúbicos de lenha, aproximadamente) e praticamente não havia espaço para transportar carga. Durante a maior parte dessa viagem, a embarcação navegou pela ação dos ventos sobre as velas para economizar combustível.

Essa viagem foi um fato notável na história da navegação, e, apesar do S.S. Savannah ter completado esse feito, não surgiram outros navios com propulsão a vapor em seguida. De fato, sua máquina a vapor foi removida posteriormente para navegar somente como navio à vela (LANGE, 1990).

Figura 5.1 - Esboço do S.S. Savannah (LANGE, 1990).

5.1.3 Construção do N.S. Savannah

Segundo LANGE (1990), o início da construção do N.S. Savannah ocorreu em 22 de maio de 1958, com a cerimônia de batimento de quilha, presidida pela Sra. Patricia Nixon, esposa do vice-presidente. Durante o ano que se seguiu, 1000 homens continuaram

o trabalho de construção em um estaleiro coberto situado nas instalações pertencentes à empresa New York Ship ocupou uma área de 273 acres.

Métodos tradicionais da construção naval foram empregados no casco, mas quanto ao vaso do reator, foi necessária a adoção de procedimentos especiais, tais como a construção de um modelo em escala 1:1.

O lançamento do N.S. Savannah ocorreu em 21 de julho de 1959 (vide Figura 5.2), 14 semanas após a cerimônia de batimento de quilha presidida por Dwight D. Eisenhower. Durante os dois anos e meio que se seguiram, o navio passou pelos estágios finais de construção, carga de combustível e testes de mar.

No dia 1 de maio de 1962, o N.S. Savannah foi aceito pela *Maritime Administration* (MARAD) e entregue à companhia operadora *States Marine Lines, Inc.*

Figura 5.2 - Lançamento do N.S. Savannah em 21 de julho de 1959. (GOOSSENS, 2013?)

5.1.4 Treinamento de pessoal

Em setembro de 1958, o primeiro grupo de engenheiros iniciou o treinamento de 31 semanas com cursos de revisão de matemática, física, química e fundamentos da tecnologia nuclear no Lynchburg College, na Virginia. O segundo grupo de 10 engenheiros realizou treinamento durante sete meses. Como esses últimos estagiários possuíam nível superior, a fase de aulas foi reduzida para 24 semanas. Ambos os grupos, após a fase teórica, fizeram 30 semanas de estágio de campo pela AEC em diversas instalações nucleares, incluindo o Grande Protótipo de Reator Naval A1W *(Large Ship Prototype A1W)* nas instalações de National Reactor Testing Station situado em Idaho. Cada engenheiro realizou treinamento no painel de controle do N.S. Savannah, construído pela Westinghouse Corporation.

Após meados de 1962, os engenheiros estagiários realizaram curso de instrução na U.S. Merchant Marine Academy em King Point, Nova York. O primeiro grupo de oficiais de náutica (constituído por seis oficiais) iniciou seu treinamento em maio de 1959. Os alunos realizaram cursos de 13 semanas de duração, seguidos de treinamento de campo (LANGE, 1990).

5.1.5 Término do ciclo de vida do N.S. Savannah

Conforme LANGE (1990), no final de 1968, após 561.050 quilômetros (14 voltas ao redor do planeta), o N.S. Savannah retornou para Galveston para manutenção e primeira troca de combustível. Somente quatro dos 32 elementos combustíveis foram substituídos, enquanto que o restante foi rearranjado.

Ao final de 1970, o N.S. Savannah havia percorrido mais de 724.204 quilômetros em 32 portos domésticos, 45 portos estrangeiros em 26 países. Foram consumidos 73,94 quilogramas de Urânio (equivalente a 109.777 metros cúbicos de óleo).

O N.S. Savannah foi desativado no final de 1971. O reator nuclear não foi removido devido ao elevado custo de remoção de grandes seções da estrutura do navio. Os elementos combustíveis foram removidos e retornaram para a AEC. O refrigerante do circuito primário e os equipamentos contendo alto nível de radioatividade (trocador de íons, por exemplo) foram removidos bem como o refrigerante do circuito secundário.

Em 1976, foi informado que o nível de radiatividade residual presente no vaso do reator era de 60.000 curies, primeiramente na forma de Fe-55 (meia vida de 2,4 anos) e Co-

60 (meia-vida de 5,2 anos), mas essa situação foi considerada segura devido à integridade da blindagem de concreto e aço.

Anos depois, o navio foi transferido para o Patriots Point Naval and Maritime Museum localizado na Carolina do Sul. Em virtude da descontinuação do transporte de passageiros em 1965, muitas áreas como salas de estar, saguões e mobílias se deterioram. No entanto, isso não representou impedimento para que o navio, a partir de 1981, fosse usado como museu na área de Charleston Harbor.

Segundo HNSA (2014), atualmente, o N.S. Savannah - com 95% da sua instalação de propulsão nuclear intacta - encontra-se no porto de Baltimore, em Maryland. Ele permanecerá sob licença da Nuclear Regulatory Commission (NRC sucessora da AEC) até o término do descomissionamento nuclear (previsto para terminar ao final de 2031). A retirada de combustível, trabalho de limpeza e decaimento natural durante aproximadamente 30 anos deixaram poucas quantidades de material radioativo a bordo. Tais materiais encontram-se sob monitoração.

5.1.6 Descrição do N.S. Savannah

De acordo com LANGE (1990), o N.S. Savannah possui nove compartimentos estanques, consistindo de sete porões de carga, um compartimento para o reator e uma praça de máquinas. Possui ainda três conveses corridos. O convés corrido, segundo FONSECA (2002), "é um convés principal sem estruturas que se estendem de um a outro bordo".

Dez anteparas estanques dividem o navio transversalmente em 11 compartimentos. Para o casco do navio, foi empregado o sistema transversal de construção, com exceção da área interna inferior, que contou com um sistema misto de elementos estruturais (transversal e longitudinal), enrijecendo desse modo o espaço da instalação nuclear e provendo proteção em caso de colisão. Acrescenta-se que, de acordo com FONSECA (2002), a estrutura nesse sistema é constituída por cavernas e vaus com espaçamento pequeno (em torno de 50 a 90 centímetros), uma ou duas longitudinais intercostais de cada bordo e a resistência longitudinal é completada pela quilha, trincanizes, chapeamento exterior e chapeamento dos conveses. Conforme FONSECA (2002), tal sistema puro não é empregado em navios grandes, devido ao maior esforço de alquebramento. Usa-se na construção de navios pequenos e foi o primeiro a ser empregado em navios de ferro e aço. Na Figura 5.3, pode-se ver uma fotografia externa do N.S. Savannah. A Figura 5.4

apresenta um esquema do posicionamento do reator nuclear, da praça de máquinas e dos passageiros.

A saber, quilha é "uma peça disposta em todo o comprimento do casco no plano diametral e na parte baixa do navio. Constitui a "espinha dorsal" (...) do navio", *op. cit.*; vaus são elementos que "constituem os reforços transversais dos pavimentos e servem de atracação entre os dois braços das cavernas (balizas de um a outro bordo)" *op. cit.* e; cavernas são "elementos estruturais que dão forma ao casco e que sustentam o chapeamento externo. As cavernas constituem juntamente com os vaus os elementos da estrutura do navio" *op. cit.* Os trincanizes constituem-se de "fiadas de chapas mais robustas colocadas sobre o topo dos vaus, de proa à popa" *op. cit.* e formam "um reforço contra esforços longitudinais e completa o travamento dos vaus com as amuradas" *op. cit.*

Figura 5.3 - N. S. Savannah. (SFMNPA, 2013).

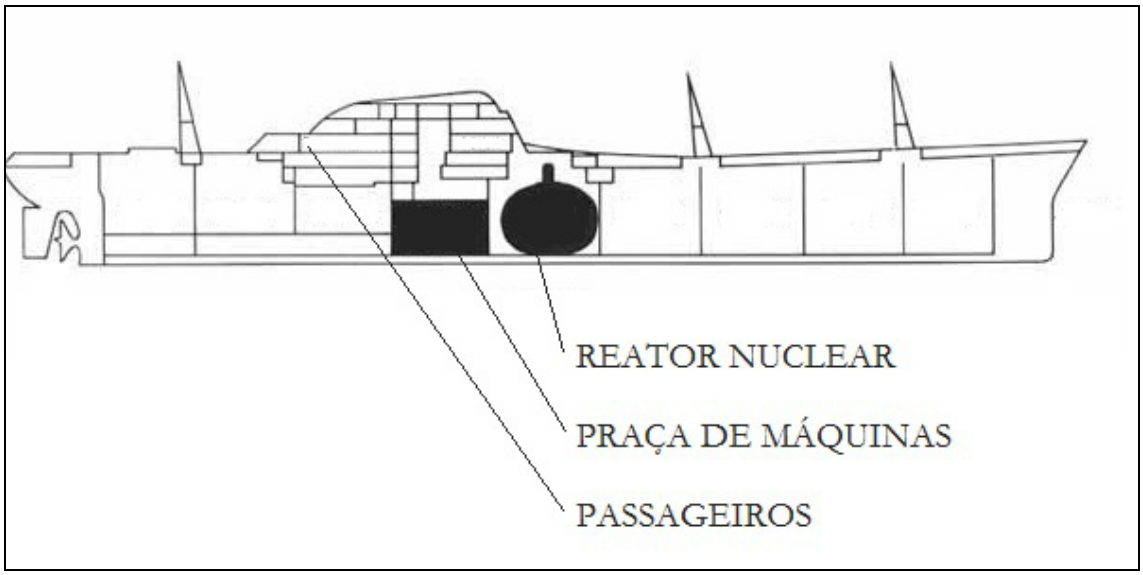

Figura 5.4 - Posição do reator nuclear, da praça de máquinas e do alojamento dos passageiros no N.S. Savannah. Adaptado de SFMNPA (2011a).

Dados técnicos são apresentados na Tabela 5.1.6

Tabela 5.1.6 - Características do N.S. Savannah (LANGE, 1990).

Tipo	único eixo propulsor (*single screw*)
Comprimento	181,5 metros
Boca moldada	23,8 metros
Calado máximo	9 metros
Deslocamento (carregado)	21.800 toneladas
Capacidade de carga	10.000 toneladas
Passageiros	60 passageiros
Oficialidade	25 oficiais (aprox.)
Guarnição	85 praças (aprox.)
Tipo de reator nuclear	*Power Water Reactor - PWR*
Tipo de combustível	Dióxido de Urânio enriquecido a 4 %
Potência do reator	Potência do reator: 74 MW
Velocidade	21 nós (ou 25 milhas por hora)

Acrescenta-se que boca moldada "é a maior largura do casco medida entre as faces exteriores da carena, excluindo a espessura do forro exterior, ou seja, é a maior largura do casco medida entre as superfícies moldadas" (FONSECA, 2002). Superfície moldada "é uma superfície contínua e imaginária que passa pelas faces externas do cavername do navio e dos vaus do convés." *op. cit.* Calado máximo "é a distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa do navio naquele ponto" na condição de plena carga, segundo FONSECA (2002). Deslocamento é o "peso da água deslocada por um navio flutuando em águas tranquilas" (LEAL , 1991).

5.1.7 N.S.V. Atomic Servant e os rejeitos do N.S. Savannah

Conforme LANGE (1990), o N.S. Savannah foi projetado para conter mais de 37 metros cúbicos de rejeitos radioativos líquidos (pelo menos 100 dias de acumulação).

Durante o primeiro ano de operação, o Savannah descarregou mais de 435 metros cúbicos de rejeitos radioativos no mar. Modificações foram posteriormente implantadas para tornar a quantidade de rejeitos provenientes de vazamento de válvulas compatível com a capacidade de armazenamento do navio.

Quando operados apropriadamente, os rejeitos radioativos líquidos eram armazenados no navio até sua transferência para um local licenciado ou para o flutuante de manutenção, o Flutuante de Manutenção Nuclear Atomic Servant (Nuclear Servicing Vessel Atomic Servant).

Esse flutuante foi projetado pela Eletric Boat Division of General Dynamics Corporation para a Atomic Energy Comission - AEC e construído pela Todd Shipyard Corporation, situada em Houston, Texas, em 1960. Possuía 39,3 metros de comprimento, 11 metros de boca, deslocamento de 650 toneladas e ausência de propulsão a bordo. O N.S.V. Atomic Servant podia atender ao N.S. Savannah em qualquer localidade do mundo.

5.2 Sobre o apoio logístico ao N. S. Savannah

Após breve relato da história do N.S. Savannah, apresentam-se os detalhes das Instalações de Apoio Logístico - IAL que prestaram suporte ao N.S. Savannah.

As características das IAL do N.S. Savannah foram usadas, em conjunto com os requisitos e considerações sobre o apoio logístico do SNA, apresentados no Capítulo 4 , na elaboração da base de requisitos de projeto das Instalações Industriais Especiais.

As informações constantes das próximas seções foram baseadas integralmente na obra de KRAMER (1962), salvo exceções mencionadas.

5.2.1 Geral

Devido à natureza *sui generis* do combustível usado no N.S. Savannah, as instalações especiais de suporte àquele navio tiveram que ser disponibilizadas no próprio território americano, sendo que a troca de elementos combustíveis foi considerada uma operação crítica a ser executada pelas instalações de apoio. (KRAMER , 1962).

5.2.2 Requisitos específicos para as instalações de apoio ao N.S. Savannah

Os seguintes requisitos tiveram que ser atendidos pelo projeto das IAL do N.S. Savannah:

- as IAL deveriam ser voltadas para reparo e manutenção da instalação de propulsão nuclear do navio; *op. cit.*

- as IAL em terra deveriam possuir as seguintes capacidades (*op.cit*):

a) realização de troca de combustível do reator nuclear (incluindo a remoção e inserção completa do núcleo do reator);
b) remoção e instalação completa dos sistemas da Instalação de Propulsão Nuclear – IPN;
c) modificação, manutenção e reparo de partes do reator, núcleo e demais sistemas, de equipamentos e dispositivos que estivessem em contato com material radioativo (poderia implicar no uso de manuseio remoto e instalações dotadas de blindagem apropriada);
d) armazenamento de combustível usado até que sua atividade reduza a tal ponto que possa ser transferido para deposição;
e) armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria o uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica);
f) manutenção e reparo completos de diversos componentes da IPN, incluindo componentes de sistemas auxiliares;
g) previsão de uma área para limpeza e descontaminação e redução da atividade dos equipamentos removidos do navio;

h) previsão de Lavanderia Quente (LQ) para processamento de roupas e outros materiais contaminados por material radioativo. Essa instalação deveria possuir compartimentos com armários e chuveiros instalados para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.

i) previsão de instalações de apoio à saúde devem ser antevistas para proteção do pessoal da manutenção.

j) previsão de locais para a realização da gerência de rejeitos radioativos (coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e deposição). *op. cit.*

5.2.3 Etapas das operações de manutenção

Os procedimentos previstos dependeriam do tipo de manutenção e reparo que será feito e das necessidades do navio e respectiva instalação de propulsão nuclear.

A seguir, descreve-se um evento hipotético de aproximação do N.S. Savannah à sua IAL em terra para execução de manutenção e reparos periódicos com troca de combustíveis e intervenção nas áreas envolvidas com a IPN. (KRAMER , 1962).

5.2.3.1 Aproximação do N.S. Savannah à Instalação de Apoio Logístico em Terra

Assim que um navio se aproximasse da instalação de apoio em terra, antes da autorização para a entrada do navio na área de reparo e manutenção, era dever da Equipe de Radioproteção (ER) a verificação dos níveis de radiação emitidos pelo navio por meio de comparação dos resultados com os limites máximos permitidos. *op. cit.*

5.2.3.2.Manutenção e reparos periódicos

5.2.3.2.1 Etapa inicial: parte nuclear

O combustível usado deveria ser removido e armazenado em área apropriada;

Os componentes do reator caso necessário poderiam ser removidos do navio e transportados para a oficina de reparo;

O gerenciamento de rejeitos radioativos seria providenciado;

Os meios para realizar inspeção interna nos componentes do reator seriam providenciados a fim de diagnosticar as causas de quaisquer falhas desses componentes;

Os meios remotos de observação e manipulação de material para cumprimento da tarefa deveriam ser providenciados;

A recomendação era de que essa manutenção fosse realizada por pessoal da AEC (atual NRC);

O local deveria ser equipado com guindastes ou pontes rolantes com capacidade de suporte de itens do reator;

A blindagem necessária para radioproteção nas operações de manuseio de itens do reator e outros que teriam contato com materiais radioativos deveria ter a possibilidade de ser providenciada (KRAMER , 1962).

5.2.3.2.2 Etapa intermediária: parte convencional

Aqui, as partes denominadas convencionais referem-se a tudo que não possui contato com materiais radioativos ou que não afeta a segurança dos sistemas relacionados com materiais radioativos partes nucleares.

Após remoção do equipamento radioativo, o navio seguiria para a doca seca a fim de realizar sua manutenção convencional (tudo o que não possui relação com materiais radioativos e não acarreta risco de dose aos operários).

Após os equipamentos relacionados com a área nuclear terem sido removidos, as operações de manutenção poderiam ser feitas pela *American Bureau of Shipping* e outros órgãos reguladores. *op. cit.*

5.2.3.2.3 Etapa final: montagem dos componentes nucleares

Após a conclusão dos reparos necessários, os componentes da parte nuclear seriam reposicionados a bordo, a instalação de propulsão nuclear seria verificada e entraria em operação e, por fim, a embarcação procederia ao status operacional. *op. cit.*

5.2.4 Instalações de manutenção para o N.S. Savannah

5.2.4.1 Geral

A palavra 'derrota' é um jargão marinheiro que se refere ao "rumo ou direção que seguem os navios em viagem" (LEAL, 1991). As derrotas do N.S. Savannah estavam sempre sujeitas a alterações; desse modo as Instalações de Apoio Logístico do navio, segundo KRAMER (1962), deveriam possuir versatilidade. Em caso de mau funcionamento inesperado num local qualquer, as oficinas e estaleiros não equipados

para a execução de trabalho nos sistemas da instalação de propulsão nuclear podem ser requisitados para execução do serviço. Por essas razões, uma parte do sistema das IAL passou a ser móvel e pôde ser transportado para qualquer local. Foi concebido um flutuante de manutenção, o N.S.V. Atomic Servant. (KRAMER , 1962).

As instalações de suporte deveriam ser capazes de realizar as seguintes funções:

a) manutenção de navio nuclear;
b) troca de combustível de navio nuclear;
c) transferência de rejeitos de navio nuclear e;
d) docagem a seco de navio nuclear. *op. cit.*

Adicionalmente a essas instalações, requeria-se uma instalação central que deveria possuir:

a) um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível;
b) instalações para armazenamento, inspeção e transferência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento;
c) um almoxarifado de peças de reposição incluindo áreas de recebimento e inspeção de sobressalentes do N.S. Savannah;
d) um espaço para escritórios destinado à administração do serviço de apoio e;
e) a inclusão neste local de instalações para manutenção, troca de combustível, transferência de rejeitos e docagem a seco. Contudo, se essas instalações forem providenciadas em outro local, a instalação central poderá possuir somente requisitos mínimos. *op. cit.*

As instalações de apoio em terra operaram em conjunto com uma instalação móvel. Esta última não somente deveria possuir espaço para armazenamento de combustíveis usados, mas também estar capacitada a executar o gerenciamento de rejeitos radioativos de baixo nível de radiação e de parte do processo de gerenciamento de rejeitos de alto nível de radiação. *op. cit.*

5.2.4.2 Sistema de manutenção do reator

O propósito desse sistema deveria ser o fornecimento de planos, especificações e procedimentos a fim de manter a instalação de propulsão nuclear do N.S. Savannah na condição operacional. (KRAMER , 1962).

Esse sistema encerra todos os demais que diferenciam a instalação de apoio para o N.S. Savannah dos estaleiros e instalações convencionais. Fazem parte desse sistema os seguintes sub-sistemas:

a) sistema de troca de combustível;
b) sistema de gerenciamento de rejeitos;
c) sistema de manutenção;
d) sistema de transporte e;
e) sistema de radioproteção. *op. cit.*

5.2.4.3 Sistema de troca de combustível

Deveriam ser previstos planos, especificações e procedimentos para:

a) armazenamento e teste;
b) movimentação para o local da troca;
c) descarga e verificação do equipamento no local da troca;
d) operação no local da troca;
e) uso de equipamento especial fornecido pelo contratante;
f) preparação para movimentação e;
g) movimentação do local da troca após o serviço. *op. cit.*

A Figura 5.5 apresenta uma fotografia da inserção de elementos combustíveis no reator do N.S. Savannah. As figuras 5.6 e 5.7 apresentam fotografias do reabastecimento de combustível do N.S. Savannah.

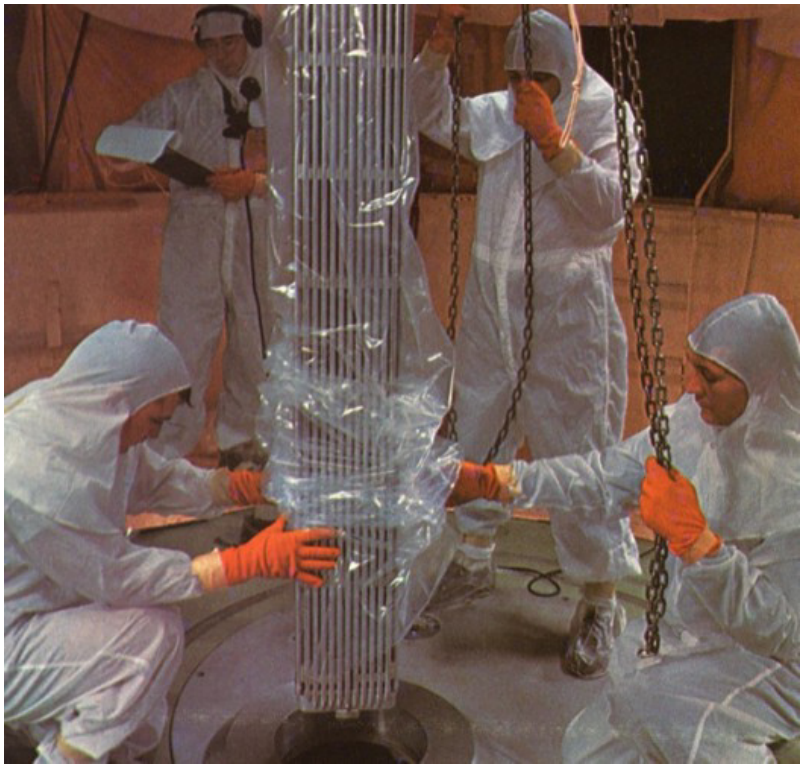

Figura 5.5 - Inserção de elementos combustíveis no reator do N.S. Savannah. (SFMNPA, 2011b).

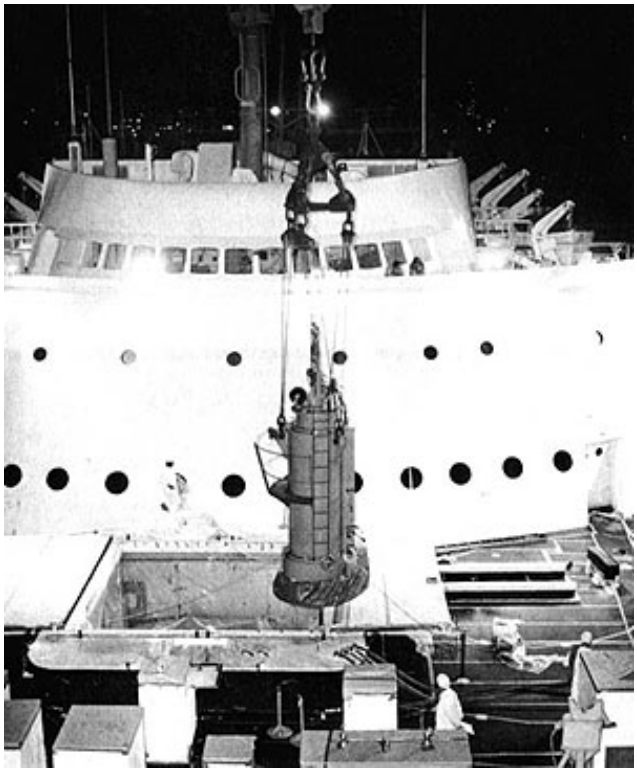

Figura 5.6 - Reabastecimento do N.S. Savannah. (RADIATIONWORKS, 2013?).

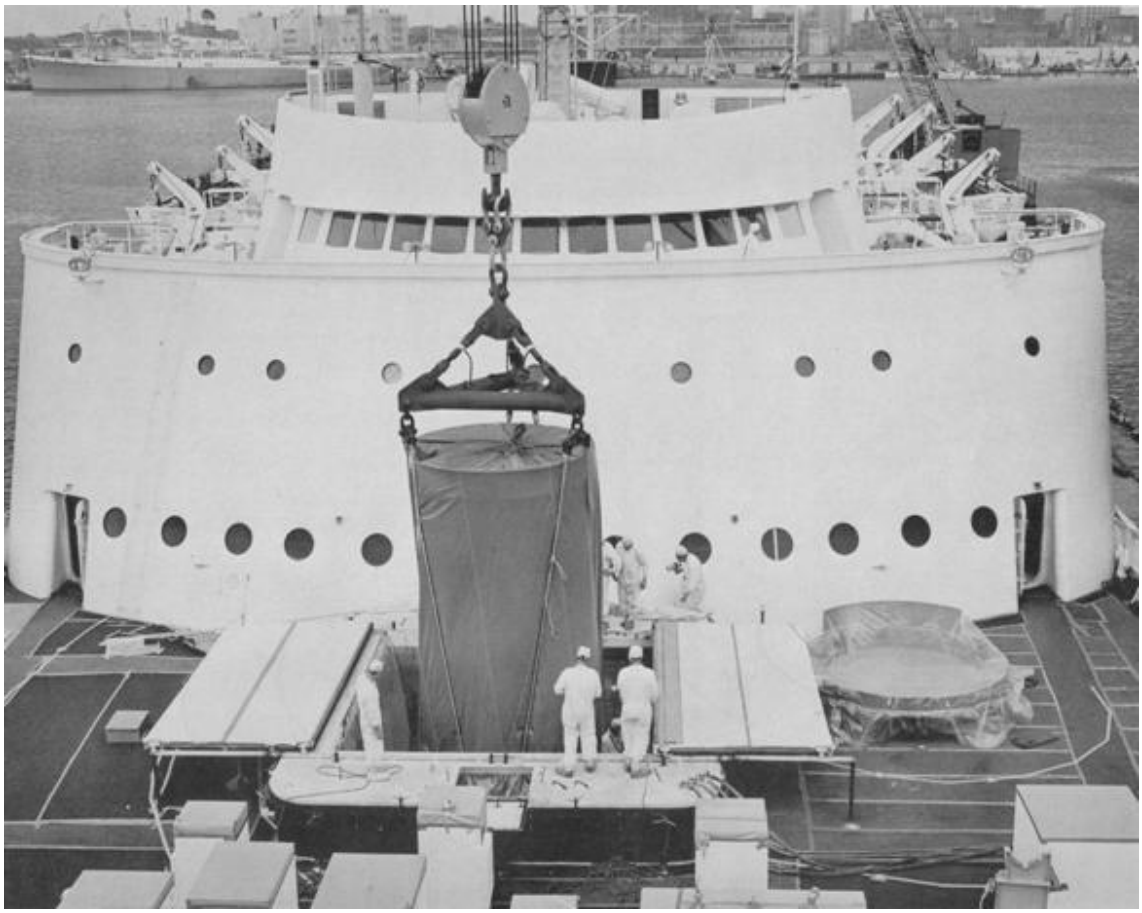

Figura 5.7 - Reabastecimento do N.S. Savannah. (CRUISELINEHISTORY, 1968)

5.2.4.4 Sistema de gerenciamento de rejeitos

Deveriam ser previstos planos, especificações e procedimentos para:

a) transferência de resina usada no desmineralizador do N.S. Savannah para o flutuante de manutenção ou instalação em terra;
b) transferência de material contaminado do N.S. Savannah para o flutuante de manutenção ou instalação em terra;
c) transferência de rejeitos sólidos do N.S. Savannah para o flutuante de manutenção ou instalação em terra e;
d) realização do gerenciamento dos rejeitos recebidos e gerados por instalações de apoio para posterior transporte ao repositório (KRAMER , 1962).

5.2.4.5 Sistema de manutenção

Deveriam ser previstos planos, especificações e procedimentos para:

a) manuseio de componentes radioativos que requerem manutenção e;

b) realizar manutenção em componentes da instalação nuclear.

5.2.4.6 Sistema de transporte

Deveriam ser previstos planos, especificações e procedimentos para:

a) transporte de elementos combustíveis usados do flutuante de manutenção para as instalações de reprocessamento de combustível;
b) transporte de elementos de controle do flutuante de manutenção e;
c) transporte de fontes de teste ou outros itens radioativos. (KRAMER, 1962).

5.2.4.7 Sistema de radioproteção

Deveriam ser previstos planos, especificações e procedimentos para monitoração dos níveis de radiação de todas as operações envolvendo itens relacionados à instalação nuclear. *op. cit.*

As duas maiores instalações que deveriam realizar as funções relacionadas acima eram o flutuante de manutenção e a instalação de apoio em terra. *op. cit.*

Adicionalmente, nessas instalações haviam sido previstos equipamentos de transporte de itens radioativos e equipamentos móveis a fim de realizar diversas operações. *op. cit.*

5.2.5 Instalações de apoio em terra

5.2.5.1 Instalação de Apoio Nuclear

Área destinada a armazenamento e manutenção do equipamento de troca de combustível e de sobressalentes do N.S. Savannah e do flutuante de manutenção.

Área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos. *op. cit.*

Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos e para os rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos. *op. cit.*

5.2.5.2 Cais e Pieres

Instalações de atracação com capacidade de receber o flutuante de manutenção, dotadas de um guindaste de 50 toneladas com alcance de 7,62 metros para o interior do flutuante de manutenção contados a partir da borda. O guindaste seria capaz de mover carga a uma altura de 10,1 metros abaixo do gancho, estando sobre a escotilha do navio (na situação com 2,4 metros de calado). Ou seja, a altura de gancho seria de 15,2 metros acima do nível de água na maré alta. Deveria ser prevista uma linha férrea sob a área do gancho do guindaste. A Figura 5.8 apresenta uma fotografia do N.S. Savannah em doca seca. (KRAMER , 1962).

Figura 5.8 - N.S. Savannah em Doca Seca. (MARAD, 2013?).

5.2.5.3 Estrutura de Interligação

Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (por exemplo, água, energia, ar pressurizado, gás, etc.), permitindo o cumprimento das funções necessárias (KRAMER , 1962).

5.2.5.4 Edifício de Manutenção Nuclear (EMN)

Área de armazenamento de elementos combustíveis novos para movimentação, armazenamento e manutenção dos equipamentos usados na operação de troca de combustível e para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah; *op. cit.*

Não deveria haver compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados neste edifício (esse compartimento deveria ser incluído à parte das instalações, sobre o flutuante de manutenção). *op. cit.*

5.2.5.5 Edifício de Manutenção (EM)

Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível. A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 19,8 metros. *op. cit.*

Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso do compartimento de armazenamento de rejeitos sólidos.

Vide Figuras 5.9 e 5.10 para ilustração do Edifício de Manutenção. A Figura 5.11 apresenta um modelo em escala 1:1 do reator do N.S. Savannah. *op. cit.*

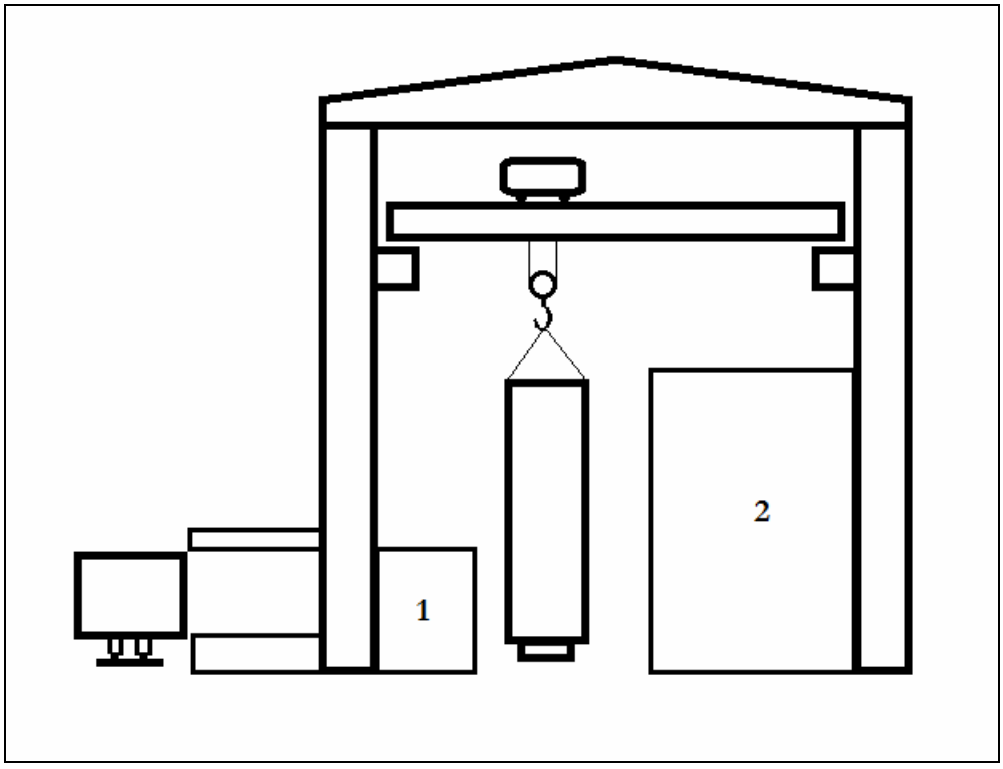

Figura 5.9 - Edifício de Manutenção - vista em elevação: 1) armazenamento de sobressalentes; 2) áreas de armazenamento para equipamentos de troca de combustível. Adaptado de KRAMER (1962).

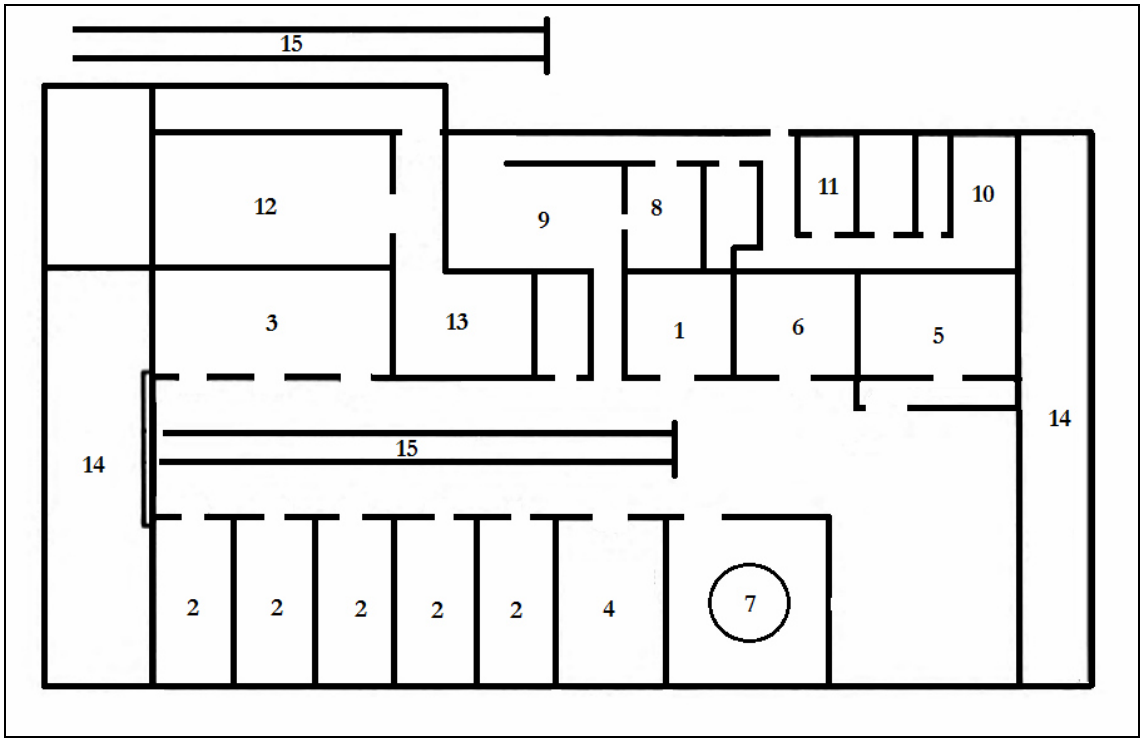

Figura 5.10 - Edifício de Manutenção - vista em planta: 1) armazenamento de combustível novo; 2) armazenamento de equipamentos de troca de combustível; 3) armazenamento de peças do flutuante de serviço e do Savannah; 4) oficina mecânica; 5) descontaminação de componentes; 6) armazenamento de rejeitos sólidos; 7) modelo do reator, área de teste do equipamento de troca de combustível; 8) lavanderia; 9) vestiário com chuveiros; 10) escritório; 11) primeiros socorros; 12) armazenamento de peças pequenas e área de recebimento; 13) área de inspeção e plataforma de carga; 14) área de expansão futura; 15) trilhos. Adaptado de KRAMER (1962).

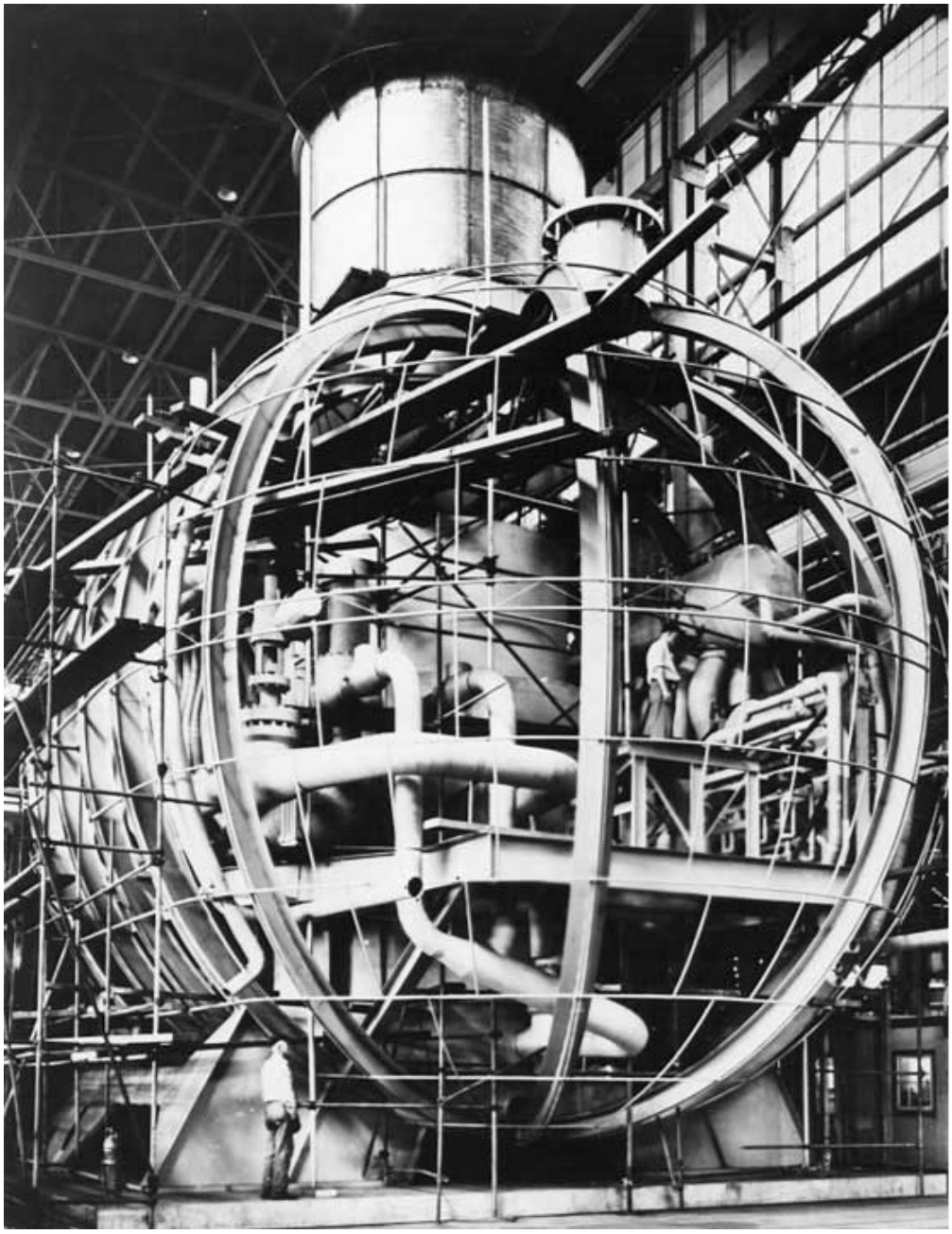

Figura 5.11 - Modelo da instalação nuclear do N.S. Savannah, com aproximadamente 21 metros de largura por 17 metros de altura (SFMNPA, 2011a).

5.2.5.6 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR)

Seria capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação na forma de:

a) água radioativa;

b) resina desmineralizadora radioativa;

c) qualquer material sólido radioativo e;
d) componentes e equipamentos radioativos (KRAMER , 1962).

Esse sistema seria constituído de:

a) Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação para: rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação. Esse sistema envolveria:
   i. filtros;
   ii. tanques desmineralizadores;
   iii. tanques de descarga;
   iv. bombas de transferência e;
   v. meios de ventilação e extração de gás.

b) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação: destinado à recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas usadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.

Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGRR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica. *op. cit.*

5.2.5.7 Área de armazenamento para rejeitos

Deveria ser grande o suficiente para armazená-los durante o período de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o de transporte para deposição. *op. cit.*

5.2.5.8 Área de armazenamento de embalagens

Deveria ser prevista área para armazenamento de novos contêineres que seriam usados como embalagem de futuros rejeitos radioativos. Aqueles deveriam estar disponíveis para suprir o flutuante de manutenção. *op. cit.*

Para ilustração, seguem alguns dados de operação do Savannah:

a) seria descartado o volume de aproximadamente 1 metro cúbico de resina contaminada (proveniente de dois desmineralizadores do navio) do Savannah a cada 100 dias de operação;
b) ocuparia essa resina quando embalada 12 contêineres de 1,9 metros e peso aproximado de 14,5 toneladas;
c) deveria ser providenciado espaço para o armazenamento de pelo menos a quantidade de desmineralizadores provenientes de dois navios contendo resinas contaminadas (ou seja, quatro desmineralizadores);
d) foi estimado que, durante cada partida ("start-up") do reator do Savannah, 8,2 metros cúbicos de água contaminada deveriam ser lançados. Presumindo –se que a cada 20 dias ocorreria uma partida, o resultado seria de 41 metros cúbicos de água contaminada lançados para fora do navio a cada 100 dias;
e) foi estimado que haveria a produção de 13,9 metros cúbicos de líquidos radioativos provenientes de vazamentos em válvulas de bloqueio principais, alívio do pressurizador, vazamentos para o compartimento de contenção e rejeitos de laboratório;
f) quando essa água fosse descarregada do flutuante de manutenção, deveria apresentar um nível aceitável de radiação que permitisse o descarte na água do mar onde se encontram as instalações de apoio;
g) seriam embaladas e dispostas nos contêineres mencionados anteriormente as resinas do flutuante de manutenção que deveriam reter os materiais radioativos e;
h) estimou-se que a cada 100 dias de operação fossem produzidos de um a 10 tambores de rejeitos de baixo nível de radiação de diversas origens. Deveria ser providenciado espaço para o armazenamento desses rejeitos nas instalações situadas em terra. (KRAMER , 1962).

5.2.5.9 Área de descontaminação

a) local onde seriam realizados os seguintes serviços:
    i. limpeza de ferramentas;
    ii. movimentação de contêineres e componentes contaminados por depósitos radiativos;

b) local deveria ser separado dos demais por uma parede de 10,1 metros de altura;
c) o acesso de grandes equipamentos ocorreria por meio de porta deslizante e teto removível;
d) o piso deveria ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas;
e) os tanques contendo ácido ou soluções cáusticas foram posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal e;
f) pisos gradeados de aço foram instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta. (KRAMER , 1962).

5.2.5.10 Área de Troca de Combustível

a) deveria possuir a função de atracação do N.S. Savannah e de um local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, os guindastes flutuantes (caso fossem requisitados) e o pessoal responsável pela operação de troca.
b) seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação os elementos combustíveis do Savannah;
c) seria impraticável, devido ao longo intervalo de tempo entre as operações de troca, manter uma equipe bem treinada nos procedimentos pela prática do serviço. Logo, seria necessário possuir um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse usado como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, poder-se-ia minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e tornar o procedimento mais seguro. No edifício de manutenção, seria previsto espaço também para armazenamento e montagem desse simulador (anteriormente à operação de troca de combustível). *op. cit.*

5.2.5.11 Doca seca

A manobra de docagem ocorreria de forma semelhante à docagem a seco de um navio convencional cujas dimensões e massa seriam semelhantes, excetuando-se pelo peso da blindagem. Este se concentra no meio compartimento do reator, o que deveria exigir um arranjo especial do picadeiro. *op. cit.*

O sistema de remoção do calor residual do reator deveria ser suprido continuamente com água do mar de modo a alimentar o trocador de calor usado para esse propósito durante o período de docagem a seco. *op. cit.*

As instalações de docagem a seco deveriam ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde fosse detectado nível excessivo de radiação. *op. cit.*

5.2.5.12 Manutenção conjunta de instalações em terra e instalações flutuantes

Os reparos no reator seriam realizados combinando o flutuante de manutenção com instalações em estaleiro. *op. cit.*

A presença do flutuante de manutenção na área de manutenção reduziria a quantidade de equipamentos especiais da instalação em terra para realizar manutenção e reparo da instalação nuclear. *op. cit.*

O flutuante de manutenção atenderia prontamente aos requisitos de radioproteção, monitoração de pessoal, descontaminação, remoção de equipamentos do navio, provisão de EPI e meios necessários para a remoção de rejeitos radioativos ou resinas contaminadas do N.S. Savannah. *op. cit.*

Seria esperado que o estaleiro possuísse área livre para o recebimento de peças sobressalentes do circuito primário de forma a permitir realização de inspeções antes da instalação a bordo. *op. cit.*

Além disso, dever-se-ia disponibilizar pessoal qualificado em soldagem, eletricidade, mecânica entre outras profissões-chave. *op. cit.*

Seria provavelmente requerido um agendamento com representantes de fabricantes de componentes durante a manutenção e reparo de partes críticas. Como tais requisitos estavam disponíveis em muitas áreas dos EUA, esperava-se que houvesse diversos estaleiros qualificados para a realização de manutenção do Savannah. (KRAMER , 1962).

5.2.6 Flutuante de manutenção N.S.V. Atomic Servant

5.2.6.1 Geral

O flutuante de manutenção construído para prestar suporte de manutenção ao N. S. Savannah foi batizado como N.S.V. Atomic Servant (*Nuclear Servicing Vessel Atomic Servant*) e era desprovido de auto-propulsão. (KRAMER , 1962).

Ao se adotar a solução de instalação de parte dos equipamentos de suporte ao N.S. Savannah, conferiu-se grande flexibilidade na realização de serviços de manutenção. *op. cit.*

Os reparos, manutenção e transferência de rejeitos radioativos e trocas de combustível poderiam ser realizados em locais mais convenientes ou especificamente designados. Essa flexibilidade permitiria que diversos estaleiros pudessem efetuar reparos no N.S. Savannah (dependendo do reparo necessário e da capacidade do estaleiro). *op. cit.*

Normalmente, previu-se que o N.S.V. Atomic Servant seria rebocado de porto a porto em águas costeiras; porém, se necessário, ele poderia ser transportado por longas distâncias por um Navio de Desembarque Doca.

Para uma noção completa dos sistemas de apoio logístico do N.S. Savannah deve-se analisar, também, as funções para as quais o N.S.V. Atomic Servant foi projetado a desempenhar e seus sistemas constituintes. *op. cit.*

O N.S.V. Atomic Servant possuía as seguintes características:

a) cinco anteparas estanques dividindo transversalmente o flutuante de proa a popa;
b) espaço para armazenamento de elementos combustíveis usados situado a meia-nau (que, segundo LEAL (1991) é a "parte equidistante da proa e da popa e geralmente a meia largura entre os dois bordos") e grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle;
c) instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra;

d) espaço para equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações executadas nele, para proteção de pessoal e;

e) Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal. *op. cit.*

A seguir, a Figura 5.9 ilustra o N.S.V. Atomic Servant.

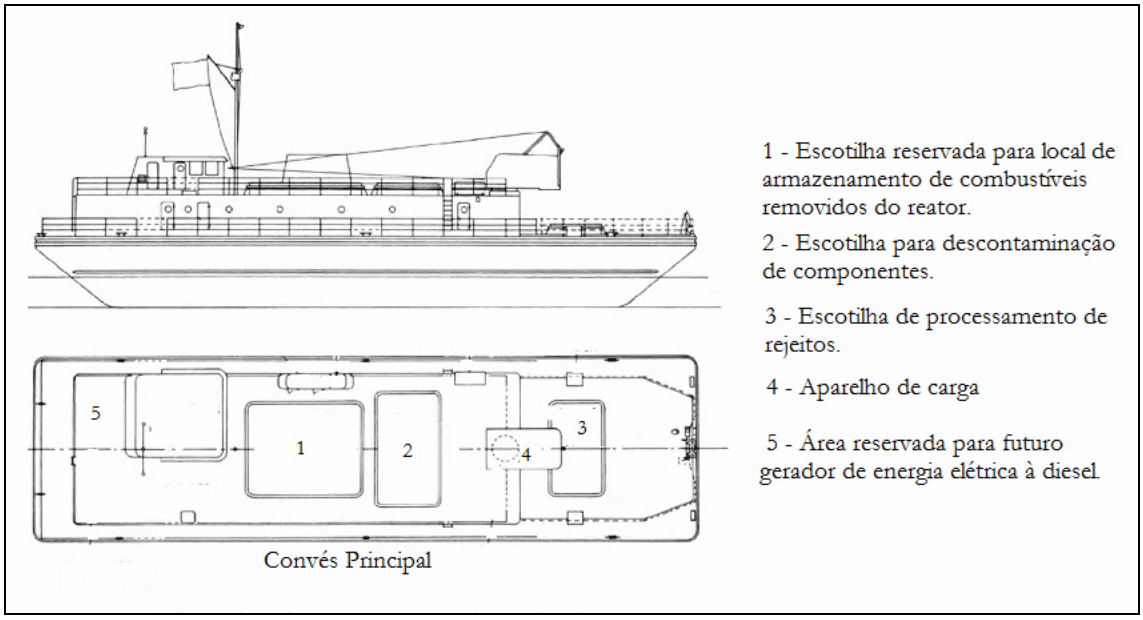

Figura 5.9 - N.S.V. Atomic Servant - Flutuante de Serviço do N.S. Savannah. Adaptado de KRAMER (1962).

A Tabela 5.2.6 abaixo apresenta algumas medidas do flutuante de serviço N.S.V. Atomic Servant.

Tabela 5.2.6 - Características do N.S.V. Atomic Servant. *op. cit.*

Deslocamento	650 toneladas
Comprimento	39,3 metros
Boca	11 metros
Convés principal	4,3 metros

5.2.6.2 Sistema de Manutenção Nuclear

Conforme planejado, o flutuante de manutenção deveria estar capacitado a:

a) receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle;
b) receber, embalar e transferir rejeitos radioativos;
c) proceder à descontaminação dos componentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados e;
d) realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos *op. cit.*

No projeto do flutuante, deveriam ser previstos meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do N.S. Savannah:

a) água contaminada;
b) resina desmineralizadora contaminada e;
c) equipamentos e componentes contaminados (KRAMER , 1962).

5.2.6.3 Sistema de gerenciamento de rejeitos (SGR)

Destacam-se os seguintes processos que deveriam ser cumpridos:

a) concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos componentes de processamento de rejeitos por meio de filtração e troca iônica;
b) remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah por meio de procedimentos de descontaminação;
c) concentrar os rejeitos radioativos sólidos para a sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear (ASN) e;
d) transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos. *op. cit.*

A atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados ocorreria de acordo com os seguintes modos:

a) acondicionamento e transporte em embalagem adequada;
b) descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis; e
c) processo natural de decaimento radioativo durante a contenção. *op. cit.*

5.2.6.4 Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação

Esse sistema foi projetado para coleta, armazenamento, transporte e tratamento de água doce de baixo e médio nível de radioatividade. *op. cit.*

Consistia em dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do N. S. Savannah. *op. cit.*

Cada circuito de tratamento consistia em um pré-filtro, desmineralizador e um pós-filtro. *op. cit.*

Foram previstas válvulas que permitiam a operação de retrolavagem da resina usada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.

Foram também previstos dois tanques de coleta ("tank sump") e quatro tanques de armazenamento ("hold tank"). *op. cit.*

As tubulações foram dispostas de modo que cada bomba pudesse realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e, por fim, a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão. *op. cit.*

Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não havia conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos. Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também faziam parte desse sistema (KRAMER , 1962).

5.2.6.5 Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação

Esse sistema foi projetado para coleta, acondicionamento, armazenamento e transporte de resinas usadas pelo sistema de tratamento de água do flutuante de manutenção e do N.S. Savannah.

Possuía equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos contêineres de armazenamento. *op. cit.*

Possuía embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.

Esse sistema consistia em:

a) tanque de resina usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores;
b) tanque de medida de resina usado para medir e armazenar uma quantidade pré-determinada de resina descarregada de cada tanque e;
c) série de contêineres usada como embalagem de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N. S. Savannah. *op. cit.*

5.2.6.6 Poço de armazenamento de combustível usado

Parte essencial do flutuante de manutenção, na qual elementos combustíveis com alto nível de radiação eram armazenados após a retirada do núcleo do reator. Esse poço possui um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação por baixo do navio em sentido ao mar.

Esse poço possuía as seguintes características:

a) espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle;
b) meios para remoção de calor residual;
c) meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados;
d) meios de redução da atividade da água contaminada no interior dos contêineres de elementos combustíveis;
e) capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado e;
f) capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente. *op. cit.*

5.2.6.7 Sistema de ventilação e remoção de gases

Consistia em meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar (KRAMER , 1962).

5.2.6.8 Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito

Seria realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos. *op. cit.*

Foram providos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Essa descarga seria permitida quando a atividade do fluido atingisse um nível aceitável. *op. cit.*

5.2.6.9 Sistema de gerenciamento de rejeitos radioativos

Possuía válvulas posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases). *op. cit.*

5.2.6.10 Proteção Radiológica

Os sistemas de manutenção nuclear possuíam blindagens de chumbo com espessuras adequadas. *op. cit.*

O desmineralizador, filtros, tanques de coleta, bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de resina quente foram revestidos com blindagem de chumbo cuja espessura variava de 0,5 a 6,5 polegadas. *op. cit.*

O poço de armazenamento de combustíveis usados possuía ao seu redor uma blindagem chumbo de nove a 12 polegadas. Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas e proteções descartáveis para as superfícies eram empregadas sempre que possível. *op. cit.*

Foram tomados cuidados especiais no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação estavam sob rígido controle. *op. cit.*

O fluxo de ar no interior do flutuante era tal que a pressão atmosférica das áreas radiologicamente frias era maior do que aquela das áreas radiologicamente quentes. Isso

garantia um fluxo de ar sempre em sentido às áreas quentes de forma a evitar a dispersão de elementos radioativos pelo flutuante.

Como forma de garantir a depressão das áreas quentes, estas possuíam ao menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão do ar. Quanto à monitoração, as amostras nesses ambientes eram frequentes ao passo que a amostragem nos demais ocorreria em intervalos de tempo maiores (KRAMER , 1962).

O transporte de radioatividade pela água deveria ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que conteriam água contaminada foram confinados em áreas designadas como áreas quentes. Todos esses sistemas foram projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não continham material radioativo. *op. cit.*

Toda drenagem de água contaminada foi confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos (CGR). Vazamentos dos sistemas relacionados ao material contaminado drenam para o poço de coleta de efluentes (*bilge drain sump*) do CGR. *op. cit.*

Tanques de água contaminada foram equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e com um extravasor para o poço de coleta de efluentes do CGR. Antes da descarga no mar, a água contaminada era armazenada em um tanque de amostragem de água contaminada para que a sua atividade pudesse ser monitorada. *op. cit.*

Adicionalmente à cobertura de superfícies (que deveriam ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais teriam sido especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais. *op. cit.*

5.2.6.11 Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção

Possuía equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medição da atividade de particulado na atmosfera.

Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, contêineres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc.) deveria ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante (KRAMER , 1962).

O pessoal do laboratório seria responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação do desempenho da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação (KRAMER , 1962).

5.2.6.12 Vestiário e Lavanderia

No vestiário, deveriam ser previstos todos os EPI, tais como: macacões adequados, luvas de borracha, botas, capuzes e equipamentos de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.

A lavanderia possuía equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas usadas na manutenção e outras operações. *op. cit.*

5.2.6.13 Manutenção, reparo e docagem a seco

Em uma situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuíssem contato com material radiativo estivessem adequadamente confinados, não seriam necessários procedimentos especiais para manutenção geral do N.S.V. Atomic Servant.

Em geral, a docagem a seco do flutuante exigiria a execução de procedimentos de natureza convencional sem a apresentação de riscos significativos de liberação de material radioativo. Desse modo, a possibilidade de ocorrência de algum vazamento e de decorrente processo de descontaminação da doca seca seria remota.

O acesso às áreas quentes requeriam o uso de EPI adequado e dosímetros.

O flutuante de manutenção foi projetado de tal forma que o risco de presença de radiação acima do limite permitido, em caso de acidente envolvendo o flutuante, fosse desprezível. A probabilidade de ruptura, decorrente de colisão, da contenção na qual se encontraria armazenado o combustível usado havia se mostrado muito pequena devido à proteção estrutural existente no local.

Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderiam ser necessários. Isso poderia ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um contêiner com blindagem adequada. *op. cit.*

6 INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS - PRINCÍPIOS E REQUISITOS GERAIS DE SEGURANÇA NUCLEAR

No presente capítulo, é apresentada uma visão geral do conceito das Instalações Industriais Especiais, operação e de como se pode prestar apoio ao Submarino Nuclear de Ataque. Em seguida, apresentam-se princípios e requisitos gerais, provenientes da segurança nuclear, relevantes para a composição da base de requisitos das Instalações Industriais Especiais.

Por fim, apresentam-se os requisitos específicos para as IIE e seu processo de elaboração (a partir das instalações de suporte do N.S. Savannah e dos requisitos do apoio logístico do SNA).

6.1 Visão Geral das Instalações Industriais Especiais (IIE)

6.1.1 Descrição Geral

Tal como mencionado no Capítulo 4, o termo "Apoio Logístico", encontrado em GUIMARÃES (1999), refere-se ao conjunto "de todas as instalações em terra e móveis (...) que venham a prestar serviços ao Navio e à Instalação Nuclear", e é constituído por: Estaleiro de Construção; Base Naval; Navios-Tênder; Navios-Oficinas; Navios de Socorro e Salvamento; Veículos Submarinos de Resgate Socorro e Salvamento – VSRSS e Aeronaves de Asa Rotativa para apoio, *op. cit.* (vide esquema na Tabela 6.1.1). A partir deste ponto, conceituam-se Instalações Industriais Especiais como sendo o conjunto formado pelo Estaleiro de Construção e pela Base Naval; em outras palavras, materializam-se por meio das edificações, estruturas marítimas, obras de contenção e respectivas instalações necessárias ao cumprimento da finalidade de prestação de apoio em todas as fases da vida do Submarino Nuclear de Ataque - SNA.

O Estaleiro de Construção (EC) - ou Estaleiro, simplesmente - é concretizado pelo conjunto que contém a área destinada à construção naval e manutenção (de 2º e 3º escalões), cercada por oficinas e todas as edificações, instalações e sistemas de suporte ao seu funcionamento, doca seca; ou área ao nível do solo, desde que dotada de elevador de embarcação ou sistema de eclusa. Uma parte do EC possui meios para a realização de serviços de troca de combustível nuclear, além de manutenção e reparos em sistemas relacionados diretamente com o reator nuclear, armazenamento de combustíveis novos e usados e tratamento de rejeitos. Essa última parte do EC deverá ser administrada

exclusivamente por militares, em áreas de acesso controlado devido ao grau de sigilo das informações.

A Base Naval é consubstanciada por instalações militares, tais como: edificações administrativas, edifícios para abrigo das tripulações do SNA e de outros submarinos, instalações para atendimento de emergências médicas e odontológicas, áreas de recreação, refeitórios, almoxarifados e oficinas, instalações e sistemas com capacidade de realização de manutenção de 1º escalão. Além da parte voltada para manutenção, poderão ser agregadas instalações que incluem simuladores e salas de aulas para treinamento das tripulações, área para armazenamento de sobressalentes, partes dos sistemas relacionados ao reator e rejeitos.

Abrem-se parênteses para esclarecer o significado do termo escalão de manutenção. Conforme ABNT (1994), é a "posição, dentro de uma organização, onde os níveis de manutenção especificados são efetuados em um item. (...) É caracterizado pela competência do pessoal, recursos disponíveis, local e outros".

Tabela 6.1.1 - Esquema do apoio logístico, segundo conceito de GUIMARÃES (1999).

Instalações de Apoio Logístico	
Instalações Industriais Especiais	Veículos
Estaleiro de Construção	Navios-Oficinas
	Navios de Socorro e Salvamento
Base Naval	Veículos Submarinos de Resgate Socorro e Salvamento
	Aeronaves de asa rotativa

6.1.2 Manutenção do SNA

Conforme apresentado no Capítulo 4 e de acordo com GUIMARÃES (1999), o Submarino Nuclear de Ataque, ao longo de seu ciclo de vida, passará por diversas

intervenções como aquelas destinadas à realização de troca de combustível, à execução de manutenção preventiva ou corretiva e também às intervenções para implantação de atualizações e modernização de partes do navio e, por fim, às atividades de descomissionamento. Encontram-se relacionados abaixo os períodos que fazem parte do ciclo de vida do SNA:

a) Períodos de Atracação (PA);
b) Período de Manutenção Geral (PMG);
c) Período de Manutenção de Rotina (PMR);
d) Período de Docagem de Rotina (PDR);
e) Período de Atualização e Modernização (PAM);
f) Período de Docagem Final (PDF) e;
g) Descomissionamento (D).

A princípio, o serviço de troca de combustível deverá coincidir com o Período de Manutenção Geral, segundo GUIMARÃES (1999).

6.1.3 Armazenamento de combustíveis do reator e de rejeitos

As Instalações Industriais Especiais deverão possuir instalações para armazenamento de combustíveis novos para o reator e separadamente um local para armazenar de maneira adequada os combustíveis queimados, incluindo sistemas para remoção de calor residual, tal como uma piscina.

As IIE deverão ser dotadas de instalações para gerenciamento de rejeitos até seu transporte ao local de deposição.

6.1.4 Situações Operacionais das Instalações Industriais Especiais (SOIIE)

No presente trabalho, as seguintes hipóteses simplificadoras foram adotadas:

a) construção e operação somente de um Submarino Nuclear de Ataque e;
b) ausência de Protótipo em Terra da Instalação de Propulsão Nuclear (termo extraído de GUIMARÃES (1999)) no interior das IIE.

A adoção de tais hipóteses tem por objetivo simplificar a análise do problema e destacar a diferença entre as duas situações operacionais básicas que se configuram: a primeira com a ausência do SNA devido à realização de missão de patrulha por este, o que

está representado no quadro (a) da Figura 6.1 e; a segunda situação operacional, com a presença do SNA nas IIE, representada pelos quadros (b), (c) e (d) da Figura 6.1.

Conforme apresentado posteriormente, a ausência do SNA das instalações em terra acarreta, a princípio, um cenário de riscos de acidentes radiológicos provenientes do armazenamento de combustíveis e de rejeitos, além da prontidão para atendimento emergencial do submarino no mar; enquanto que a presença do SNA nas IIE leva o conjunto a um cenário com a presença de um reator nuclear nas instalações em terra.

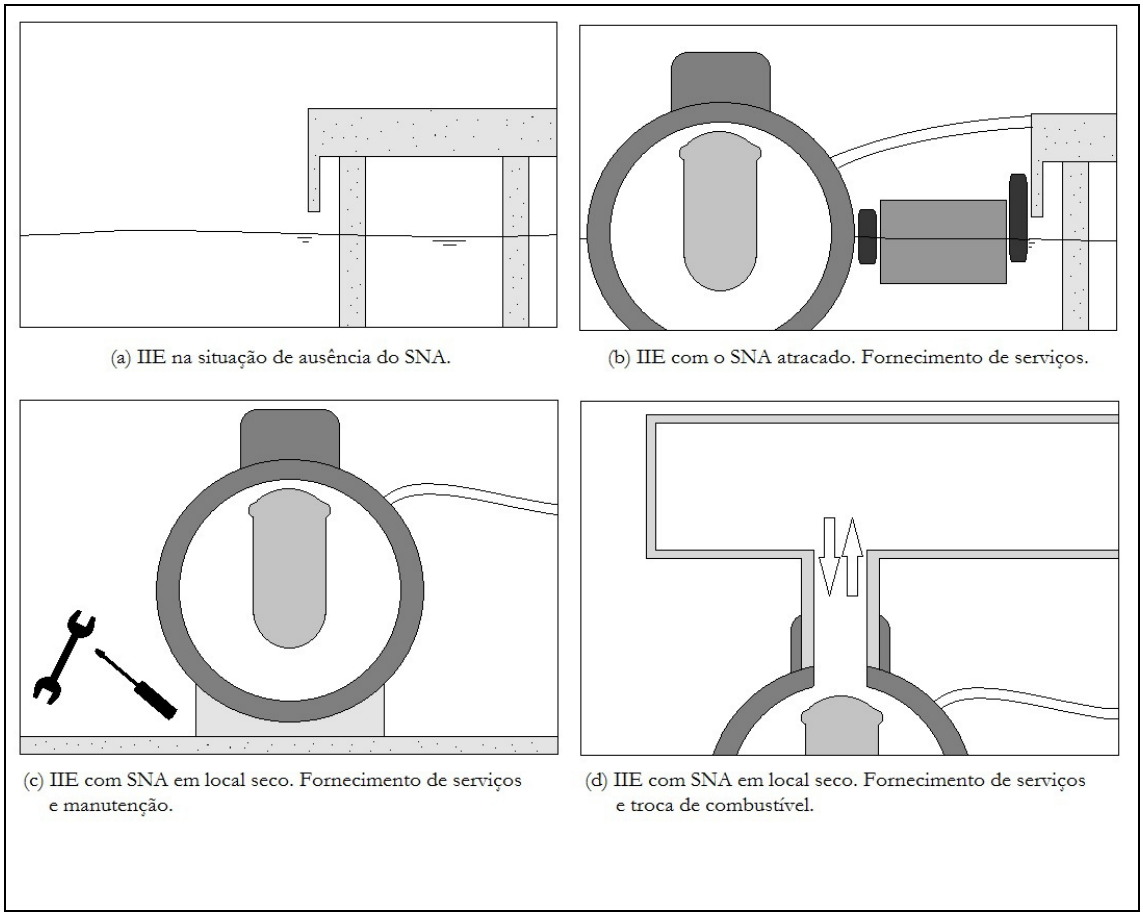

Figura 6.1 - Ilustração dos cenários básicos entre as IIE e o SNA.

A situação (a) retrata um cenário no qual o submarino encontra-se em missão de patrulha e, segundo GUIMARÃES (1999), podem ocorrer os seguintes transientes operacionais normais: "aquecimento/resfriamento a taxa de 60 ºC /hora até a condição de desligado a quente; aumentos e decréscimos de potência em degraus de 15% da potência nominal de propulsão; decréscimos de potência em degraus de 100 % da potência nominal de propulsão, com uso de desvio de vapor para o condensador; aumentos de potência de 0 a 100 % da potência nominal de propulsão em 60 segundos; decréscimos de potência de

100 a 0 % da potência nominal de propulsão em 30 segundos, sem uso do desvio de vapor (*steam dump*); aumentos de potência de desligado a quente até a condição de automático; decréscimos de potência da condição de automático até a condição de desligado a quente; flutuações em regime estacionário com amplitudes inferiores a 2 %; movimentos do navio no mar na condição de submerso; aumentos e decréscimos na potência auxiliar em de graus de 10% (da potência auxiliar nominal); mergulho até a cota máxima de operação".

Os seguintes transientes operacionais anormais podem ocorrer, para a mesma situação (a): "redução da potência em degrau, a partir de 100%, sem desligamento imediato do reator (*crash*); perda de potência elétrica; perda parcial de escoamento no reator; desligamento do reator, quando em 100% da potência (SCRAM); despressurização súbita do sistema primário; operação inadvertida do sistema de injeção de emergência; queda inadvertida e um elemento de controle; retirada inadvertida de um banco de controle; movimentos do navio no mar, na condição de superfície" *op. cit.*

Condições de acidente originadas tanto pela IPN quanto pela parte convencional do submarino, de modo que o mesmo permaneça incapaz de manobrar (encalhado) esteja sob condição de naufrágio etc. acarretam o acionamento de apoio por parte das IIE, para que sejam providenciados os meios de salvaguardar a vida da tripulação e o próprio submarino.

Na situação (b), o submarino permanece atracado recebendo fluidos e energia de terra, água de resfriamento e ventilação, rede de dados, telefonia, etc. Ao assumir que, neste caso, o submarino permaneça autônomo, na possível falha de alguns sistemas importantes para a segurança nuclear, os sistemas de bordo deverão atuar imediatamente. Desse modo, as instalações de terra neste cenário apenas teriam por objetivo poupar os sistemas do submarino. A atracação poderá ser feita por meio de um pontão (um flutuante situado entre o cais e o submarino) que mantém o navio afastado da estrutura do cais. A tripulação de serviço no submarino deveria, também, estar apta para realização de supervisão e atuação para garantir a segurança das instalações. O mal funcionamento de algum elemento do próprio submarino que afete a segurança nuclear implicará no deslocamento do navio para um local onde os serviços fornecidos pela IIE estejam de acordo com requisitos nucleares de projeto, construção e operação (por exemplo, na doca seca).

Na situação (c), o submarino encontra-se em plataforma seca passando por manutenção, reparo ou processo de atualização e modernização de partes ao mesmo tempo

em que recebe fluidos, energia de terra, água de resfriamento, ventilação, rede de dados, telefonia, etc. Nesta situação, os sistemas do submarino importantes para a segurança nuclear são dependentes da instalação em terra, que deverá ser projetada e construída para atendimento dos requisitos de segurança nuclear.

No cenário (d), além de continuar recebendo fluidos, energia de terra, água de resfriamento, ventilação, rede de dados, telefonia, etc. o SNA passa pela troca de elementos combustíveis.

6.1.4.1 SOIIE-1 - Submarino Nuclear de Ataque presente

Situação na qual o SNA e seu reator permanecem interligados às IIE, devido ao seu posicionamento físico, por meio das redes de serviços como fornecimento de água de resfriamento, alimentação de energia elétrica, etc. Trata-se de uma situação na qual as Instalações Industriais Especiais mais se aproximam de uma central nuclear, no sentido da terminologia apresentada em CNEN (2012).

Nessa situação, o conjunto SNA + IIE encontrar-se-á em alguma daquelas situações mencionadas na Seção 6.1.2. (PA, PMG, PMR, PDR, PAM, PDF, e D).

6.1.4.2 SOIIE-2 - Submarino Nuclear de Ataque ausente

Cenário no qual está configurada a ausência física do SNA e, portanto, não há presença da Instalação de Propulsão Nuclear nos domínios das IIE. Desse modo, as instalações de apoio em terra atuam apenas como um armazém provisório de combustíveis queimados (quando for o caso) e de rejeitos até a deposição dos mesmos. Nesta situação não se configura, a princípio, cenários de perigo que envolvam o reator nuclear nas instalações em terra. Entretanto, o SNA estará em Missão de Patrulha e as IIE deverão manter equipes de prontidão para atendimento imediato de situações emergenciais, tais como o acionamento dos meios necessários para a realização do apoio no mar / resgate e preparo de meios em terra para recebimento dos tripulantes e do submarino.

6.1.5 Sigilo das informações

Conforme mencionado anteriormente, as áreas do Estaleiro de Construção onde ocorrem atividades que envolvam intervenção em regiões do SNA em caráter sigiloso

deverão possuir acesso controlado. Os registros e informações também possuirão grau de sigilo correspondente. Trata-se de uma realidade um pouco distinta daquela vivida pela comunidade nuclear internacional, no sentido do que consta na missão da Agência Internacional de Energia Atômica: "uma organização intergovernamental, independente, baseada na ciência e na tecnologia, dentro da família das Nações Unidas, que serve como foco global para a cooperação nuclear; (...) verifica por meio de inspeção se os Estados estão cumprindo seus compromissos perante o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares" (IAEA, 2014).

O Brasil assinou o tratado em questão e é evidente que cumpre seu compromisso. Contudo, o empreendimento para obtenção do Submarino Nuclear de Ataque emprega a energia nuclear para movimentar a propulsão do navio. Por se tratar de uma arma, há informações que não poderão ser divulgadas e áreas que poderão estar inacessíveis aos olhos da comunidade internacional, tal como fazem todos os países com seus projetos, artefatos e instalações militares.

Os dados experimentais, registros de testes, falhas e demais informações a respeito de áreas sensíveis possuirão acesso restrito.

6.1.6 Descrição da proposta de sistemas constituintes das IIE

A seguir, apresenta-se a proposta para os sistemas que compõem as Instalações Industriais Especiais, o que permitirá organizar os requisitos específicos relacionados posteriormente. A Figura 6.2 apresenta a proposta de inter-relacionamento entre os sistemas constituintes das IIE.

Os sistemas primordiais para atendimento ao Submarino Nuclear de Ataque 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).

Para oferecer suporte às estruturas, sistemas e componentes dos sistemas primordiais foram propostos: o 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) tem por objetivo o fornecimento de serviços como alimentação de energia elétrica, água, ar comprimido, gases, coleta de esgoto, etc. a fim de possibilitar aos demais sistemas o desempenho de suas funções de modo satisfatório. É subdividido em dois subsistemas: o Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC) e o Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN).

Os sistemas difusos cuja atuação permeia pelos demais sistemas, estruturas e componentes da Base Naval são:

a) o Sistema de Segurança Industrial (SSI) tem por objetivo assegurar as pessoas e a instalação contra riscos de acidentes que afetem pessoal, estruturas, sistemas e componentes que não tenham relacionamento com a área radiológica;
b) o Sistema de segurança Nuclear (SSN) tem por objetivo a garantia da segurança nuclear;
c) o Sistema de Proteção Física (SPF) tem por objetivo garantir a proteção física das instalações;
d) o Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR) atua na monitoração dos níveis de radiação e avaliação das barreiras de proteção radiológica e;
e) o Sistema de Suporte à Saúde (SSS) atua no tratamento de saúde dos operários tanto na medicina convencional, por meio do Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional (SSSNC), como nos casos de atendimento emergencial de vítimas dos efeitos de radiação, por meio do Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica (SSSNR).

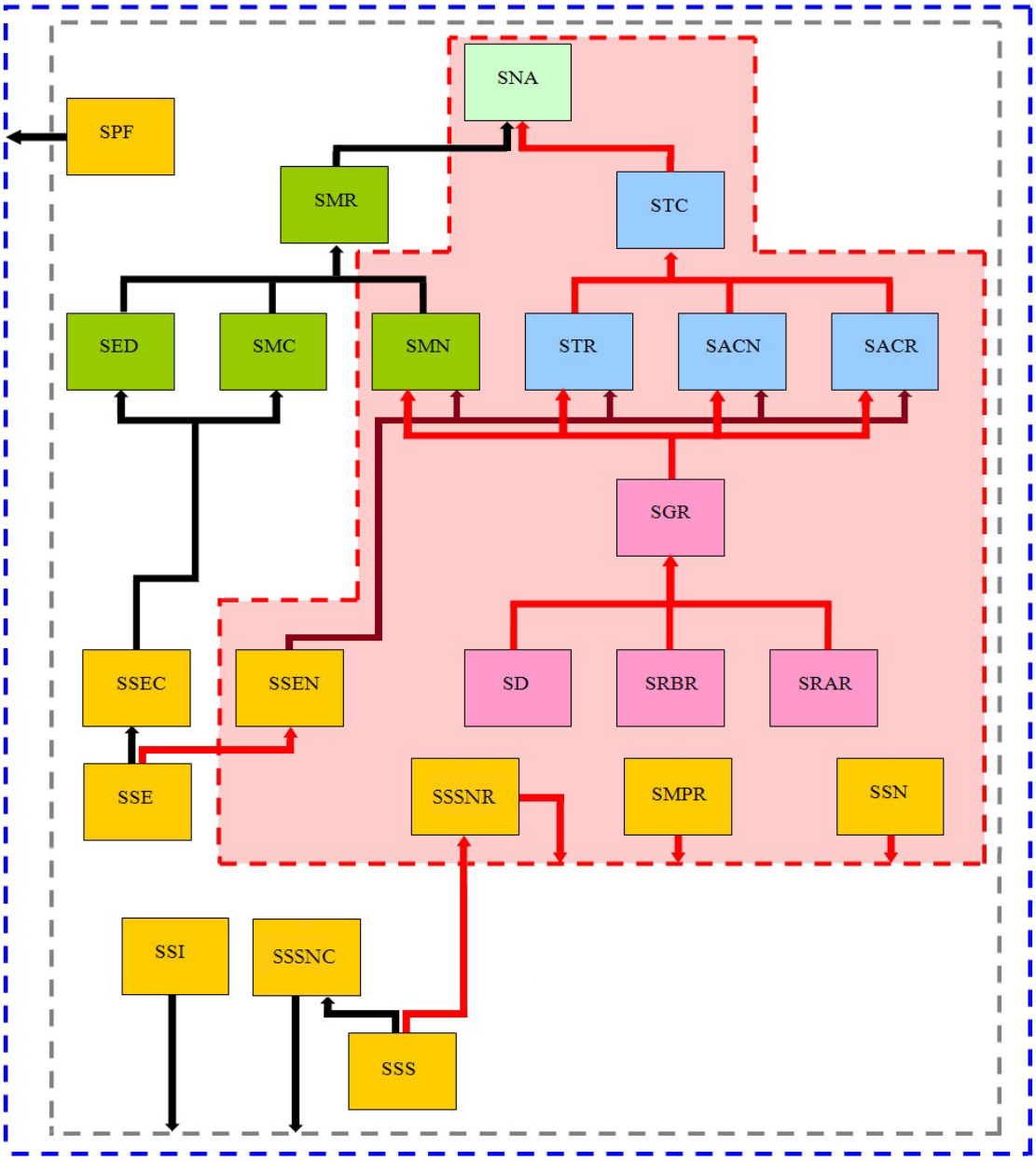

Figura 6.2 - Diagrama dos sistemas constituintes da Base Naval para o modelo proposto de Instalações Industriais Especiais.

Os requisitos específicos dos componentes pertencentes aos sistemas propostos serão apresentados posteriormente. A seguir, encontra-se uma relação resumida dos sistemas componentes das IIE:

a) Sistema de Manutenção e Reparo (SMR);
b) Sistema de Troca de Combustível (STC);
c) Sistema de Encalhe e Docagem (SED);
d) Sistema de Manutenção Convencional (SMC);
e) Sistema de Manutenção Nuclear (SMN);

f) Sistema de Troca e Recarga (STR);
g) Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN);
h) Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR);
i) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR);
j) Sistema de Descontaminação (SD);
k) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR);
l) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR);
m) Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR);
n) Sistema de Serviços Essenciais (SSE);
o) Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC);
p) Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN);
q) Sistema de Suporte à Saúde (SSS);
r) Sistema de Segurança Industrial (SSI);
s) Sistema de segurança Nuclear (SSN) e;
t) Sistema de Proteção Física (SPF).

6.1.6.1 Sistema de Manutenção e Reparo (SMR)

Tem por objetivo atender às solicitações de manutenção e de reparo do SNA, o que pode implicar colocar o navio no seco, fornecer meios para alcançar as "estruturas, sistemas e componentes" nucleares do navio a fim de realizar inspeções, testes para substituir partes. O único serviço excluído do escopo deste Sistema é a operação de troca e recarga de combustível.

Fazem parte desse sistema:

a) Sistema de Encalhe e Docagem (SED);
b) Sistema de Manutenção Convencional (SMC); e
c) Sistema de Manutenção Nuclear (SMN).

6.1.6.2 Sistema de Encalhe e Docagem (SED)

Possui a meta de transportar o navio da água e colocá-lo sob plataforma seca, o que pode ser feito por meio de doca seca (ou dique seco) ou por aparelho de elevação (tipo *ship lift*) ou por sistema de eclusa.

Para atender o objetivo, esse sistema é constituído pelo meio adotado para transportar o navio até a área seca juntamente com todos os subsistemas (picadeiro, navios rebocadores, sistema de bombeamento, se for o caso, válvulas e controle).

A conexão do navio à rede de facilidades é feita pelo pessoal da área de manutenção.

6.1.6.3 Sistema de Manutenção Convencional (SMC)

O objetivo desse sistema é realizar a manutenção necessária nas estruturas, sistemas e componentes não radioativos, seja com o navio na água ou no seco, dependendo do escalão da manutenção. Faz parte deste sistema a manutenção, inspeção, testes, substituição de partes e serviços de pintura, lubrificação, etc.

Compõem esse sistema os equipamentos de movimentação de carga (guindastes, pórticos rolantes, pontes rolantes, turcos), linha férrea ao redor da área de manutenção, veículos para transporte de carga (empilhadeiras, vagões sobre linha férrea, picapes, etc.), 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 e de movimentação de carga.

Quanto aos equipamentos de movimentação de carga, a altura de gancho, no caso do submarino atracado no cais, deverá levar em conta a maré mais elevada, tomando-se por base a vida útil das instalações e diversos fatores ambientais (estimativa de elevação do nível do mar, maré mais elevada (preamar de sizígia)), além da altura da linha d'água até o convés ou escotilha/ abertura mais elevada com carga leve. Vide Figura 6.3.

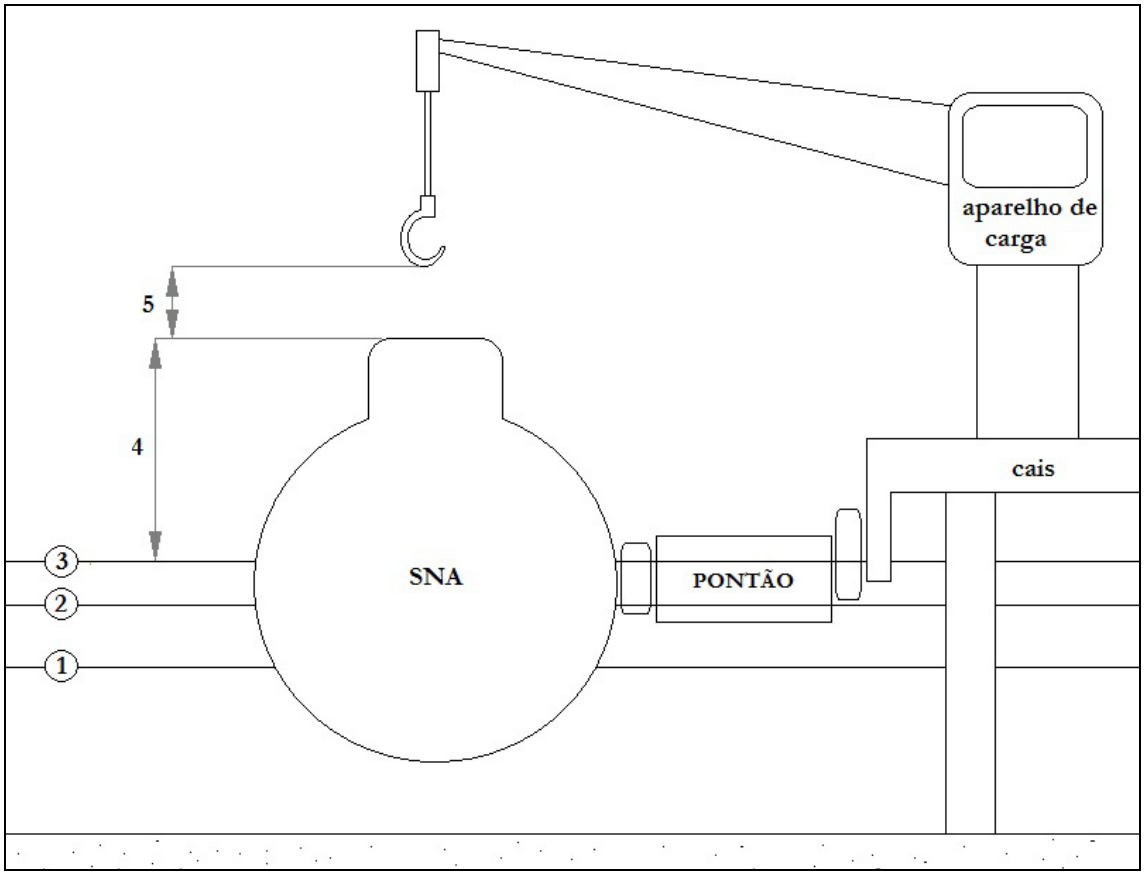

Figura 6.3 - Considerações sobre a altura de gancho com o SNA atracado no cais. 1) Nível Médio do Mar (NMM); 2) Nível do mar na preamar de sizígia; 3) Nível do mar considerando alterações climáticas desfavoráveis, tais como elevação do nível do mar devido ao aquecimento global a longo prazo; 4) Altura do topo da vela (ou abertura pela qual o aparelho de carga deverá ter acesso) até a linha d'água; 5) Altura de gancho.

A altura de gancho para navio docado deverá levar em conta a altura do picadeiro (dado pelo plano do navio), altura da estrutura mais inferior até o topo da vela ou abertura mais elevada pela qual o aparelho de carga deverá ter acesso. Vide Figura 6.4.

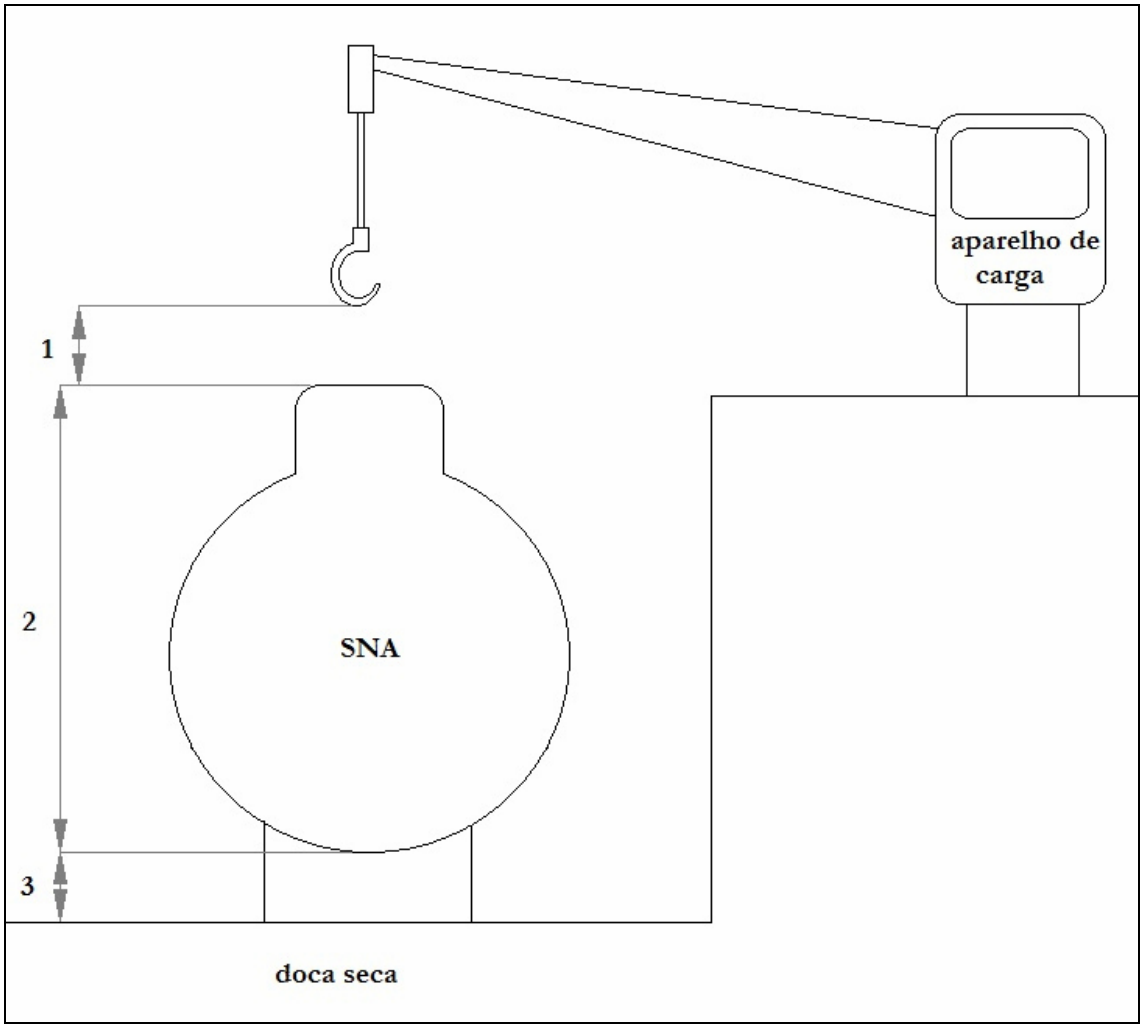

Figura 6.4 - Considerações sobre a altura de gancho com o SNA docado no dique. 1) Altura de gancho; 2) Altura da parte mais baixa ao topo da vela ou abertura mais elevada pela qual o guindaste deve ter acesso; 3) Altura do picadeiro.

Além disso, deve-se levar em consideração a dimensão da peça a ser colocada ou retirada de bordo, bem como seu posicionamento de entrada na embarcação.

Caso necessário, no cais ou píer, poderá ser prevista a instalação de trilhos para o transporte de cargas pesadas e poupar os esforços sobre o pavimento.

6.1.6.4 Sistema de Manutenção Nuclear (SMN)

Sistema voltado para a execução de serviços de manutenção de estruturas, sistemas e componentes das áreas quentes. Dependendo do nível da manutenção a ser executada, os serviços podem ser iniciados pelas atividades desse sistema até o isolamento das partes radiológicas para atuação da manutenção convencional. Ao final da manutenção de tudo o

que não for relacionado às áreas quentes, os serviços de manutenção nuclear são retomados até a sua finalização.

Além dos equipamentos relacionados no sistema convencional, equipamentos de movimentação de carga (do reator) fazem parte desse sistema oficinas e ferramentas específicas para a manutenção de sistemas da área radiológica, área exclusiva para armazenamento de peças sobressalentes e de armazenamento de peças de pronto uso e área de movimentação de carga e painéis para a instalação de blindagens.

Por meio da área de descontaminação de equipamentos e ferramentas, possui interligação direta com o sistema de descontaminação.

6.1.6.5 Sistema de Troca de Combustível (STC)

Tem por objetivo a realização da troca de elementos combustíveis do núcleo do reator a bordo do SNA.

Para o cumprimento dessa tarefa necessita de três sistemas:

a) Sistema de Troca e Recarga (STR);
b) Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN); e
c) Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR).

6.1.6.6 Sistema de Troca e Recarga (STR)

Trata-se do sistema responsável pela substituição de elementos combustíveis no período de recarga. Inclui o Equipamento de Troca de Elementos Combustíveis (ETEC), simulador de testes de procedimentos, área para armazenamento do ETEC, área para manutenção do ETEC e pessoal qualificado.

Deve possuir capacidade de movimentar elementos combustíveis novos, posicioná-los no ETEC e inseri-los no núcleo do reator, remover os elementos usados do reator e posicioná-los nas respectivas embalagens de acordo com as normas de segurança.

6.1.6.7 Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN)

Deve possuir capacidade de realizar movimentação e transporte das embalagens e seu conteúdo, posicionar a embalagem no local de uso até e inclusive sua abertura.

Sistema que contém as embalagens dos elementos combustíveis novos, os próprios elementos combustíveis e área de armazenamento desses elementos. É responsável por

dispor os elementos combustíveis de modo a evitar formação de massa crítica e evitar liberação de materiais radioativos.

6.1.6.8 Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR)

Esse sistema deve possuir capacidade de armazenamento de elementos combustíveis removidos do núcleo do reator desde o posicionamento daqueles no interior das embalagens, incluindo fechamento, movimentação e transporte até o local de armazenamento provisório. É responsável pelo armazenamento de embalagens vazias, de sua movimentação e transporte até a área de utilização.

Na área de armazenamento provisório, deve dispor as embalagens com espaçamento adequado para evitar a formação de massa crítica.

Deve prover meios de realizar a remoção do calor residual durante o armazenamento (em piscina).

O armazenamento deve ser realizado em local segregado e confinado para limitar o nível de radiação para o meio ambiente externo ao compartimento (inclusive sob condição de acidente).

Deve prover meios para efetuar a redução da atividade da água contaminada no interior das embalagens de elementos combustíveis.

O Sistema possui área para armazenamento de embalagens vazias; área para armazenamento de embalagens contendo elementos combustíveis usados e barras de controle em local adequado para a remoção de calor residual - posteriormente, em local seco até sua deposição - e de sistema de controle e monitoração e registros próprios.

A área de armazenamento deve possuir a capacidade de manter todos os elementos combustíveis e barras de controle em número equivalente a uma carga completa do reator acrescida da quantidade referente a todas as recargas ao longo da vida útil do submarino.

6.1.6.9 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR)

Esse sistema objetiva executar atividades de coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e deposição de rejeitos radioativos.

Fazem parte desse sistema:

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

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

6.1.6.10 Sistema de Descontaminação (SD)

Em ambientes nos quais sua atuação se fizer necessária, este sistema oferece suporte aos demais por meio da realização de processo de descontaminação.

É composto por área de descontaminação - segregada das demais áreas por meio de contenção adequada -; equipamentos para a realização de descontaminação; equipamentos de movimentação de carga; equipamentos de proteção individual; 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 na descontaminação.

Deve ser dotado de meios para concentrar todos os efluentes líquidos e gasosos bem como sólidos decorrentes do processo de descontaminação em pontos de coleta do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos, conforme o nível de radiação. Deve ser concebido de forma a permanecer controlado, confinado e segregado de outros ambientes e sistemas que não fazem parte do SGR.

É responsável pela movimentação de partes a ser descontaminadas no interior das áreas de descontaminação, lavanderia quente ou local onde o sistema esteja atuando.

6.1.6.11 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR)

Tem por objetivo realizar a coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e disposição de rejeitos de baixo nível de radiação, de acordo com CNEN (1985).

É composto por um sistema de condução de efluentes líquidos e gasosos dos pontos de coleta até a área de tratamento; equipamentos para transporte de rejeitos sólidos para a área de tratamento; embalagens de rejeitos; área de armazenamento dessas embalagens novas; área para armazenamento de embalagens usadas; sistema de controle e manuseio dos rejeitos embalados.

6.1.6.12 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação (SRAR)

Tem por objetivo realizar a coleta, segregação, o manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e deposição de rejeitos de alto nível de radiação, conforme CNEN (1985).

Tal como o SRBR, possui um sistema de condutos de efluentes líquidos e gasosos dos pontos de coleta até a área de tratamento; equipamentos para transporte de rejeitos sólidos para a área de tratamento; embalagens de rejeitos; área de armazenamento dessas embalagens novas; área para armazenamento de embalagens usadas; sistema de controle e manuseio dos rejeitos embalados. Caso as embalagens necessitem de resfriamento em piscina, isso deve ser providenciado em conjunto com o SACR.

6.1.6.13 Sistema de Serviços Essenciais (SSE)

Esse sistema tem por finalidade fornecer todos os serviços primários e necessários para que os demais sistemas possam realizar suas funções.

É composto de:

a) Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC); e
b) Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN).

6.1.6.14 Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC)

Esse sistema presta atendimento aos serviços que não são afeitos 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 de cada edificação; sistema de iluminação nas vias externas; rede de telefonia, de circuito interno de monitoração patrimonial e rede de lógica (em geral, fibra óptica).

Possui área de armazenamento de ferramentas para manutenção predial e das redes e área para armazenamento de sobressalentes.

Todos esses sistemas compõem o SSEC, além de uma área administrativa contendo o cadastro atualizado das redes e seu histórico desde o projeto. Pode ser instalado no prédio onde permanecerá o histórico da documentação das instalações (desde o projeto, construção, comissionamento, etc.).

Obedece requisitos da normas comumente empregadas para esses tipos de serviços.

6.1.6.15 Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN)

Esse sistema atende aos sistemas nucleares que podem incluir todas as redes do SSEC (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 de cada edificação; sistema de iluminação nas vias externas; rede de telefonia, de circuito interno de monitoração patrimonial e rede de lógica) e também o fornecimento de facilidades para o SNA (energia e fluidos) - principalmente para remoção de calor residual do reator da IPN.

Possui ainda área administrativa contendo o cadastro atualizado das redes e seu histórico desde o projeto conforme construído (*as built*); área de armazenamento de ferramentas para manutenção predial e das redes e área para armazenamento de sobressalentes. Tal área pode ser instalada no mesmo edifício do SSEC, compartilhando o arquivo contendo o cadastro das redes e projetos.

As redes que fazem parte do SSEN cumprem requisitos de segurança nuclear.

6.1.6.16 Sistema de Suporte à Saúde (SSS)

Esse sistema visa o atendimento emergencial de saúde dos trabalhadores, casos acidentais de natureza convencional e casos acidentais de natureza radiológica. É composto de:

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

6.1.6.17 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional (SSSNC)

Sistema destinado ao atendimento ambulatorial e emergencial de natureza convencional (não radiológica), consultórios médicos, consultórios odontológicos e instalações de pronto socorro médico.

6.1.6.18 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica (SSSNR)

Sistema empregado no atendimento emergencial de pronto socorro médico para vítimas contaminadas por radiação ou que foram expostos a doses elevadas de radiação (radio-acidentados).

6.1.6.19 Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR)

Esse sistema objetiva realizar a monitoração e registro de todos os pontos sensíveis e daqueles que se fizerem necessários e determinar a instalação de 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.

É responsável por manter 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.

6.1.6.20 Sistema de Segurança Industrial (SSI)

O Sistema de Segurança Industrial visa a proteção dos operários contra acidentes de trabalho na execução de todo o tipo de serviço desenvolvido na Base e Estaleiro.

Deve ser capaz de prover sinalização visando proteção contra acidentes de trabalho; interromper a execução de serviços e interditar determinada área onde os serviços ocorram de forma irregular (exceto se na área ocorrer serviços da área radiológica); manter registros das ocorrências; prover programa de treinamento para o pessoal e verificação da implantação de melhorias.

6.1.6.21 Sistema de Segurança Nuclear (SSN)

É um sistema que atua em toda a área onde são desenvolvidas atividades que envolvam risco radiológico, visando sempre garantir a segurança nuclear.

O pessoal especializado na área de segurança nuclear promove auditorias e implantação de um programa de inspeções nos diversos sistemas para avaliar as condições de segurança em relação ao projeto.

Uma parte desse sistema atua como o sistema de segurança industrial 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.

Deve também ser capaz de prover sinalização visando a proteção contra acidentes de trabalho; interromper a execução de serviços e interditar determinada área onde os serviços ocorram de forma irregular (exceto se na área ocorrerem serviços da área

radiológica); manter registros das ocorrências; prover programa de treinamento para o pessoal e verificação da implantação de melhorias.

As informações do N.S. Savannah relacionadas neste sistema já foram citadas em outros sistemas. Todos os requisitos gerados a partir delas tiveram o foco na Segurança Nuclear, pois ela está entremeada desde a elaboração dos requisitos, como esperado, e deverá permear a fase de projeto, operação e manutenção até o descomissionamento.

Desta forma, os requisitos destinados a aparecer neste sistema possuem característica de modo a envolver todos os demais que estejam relacionados com a segurança nuclear.

6.1.6.22 Sistema de Proteção Física (SPF)

O sistema objetiva implantar medidas para evitar atos de sabotagem; impedir a remoção não autorizada de material (em especial material nuclear); prover meios para a rápida localização e recuperação de material desviado; defesa do patrimônio e da integridade física do pessoal de uma instalação (CNEN, 2012).

6.1.6.23 Sistema da Garantia da Qualidade (SGQ)

O SGQ deverá atuar junto ao Sistema de Segurança Nuclear com a finalidade de assegurar que os processos sejam executados conforme o padrão de qualidade exigido pela Autoridade de Segurança Nuclear e que os produtos obtidos atendam a esse padrão de qualidade. Sua atuação abrange todas as fases do empreendimento: projeto, construção, comissionamento, operação, e descomissionamento.

6.1.7 Observações Complementares

Diferentemente de uma usina núcleo-elétrica (de acordo a definição do termo que consta em CNEN (2012)), não é objetivo das IIE a geração de energia, ou seja, o reator nuclear a bordo do SNA não permanecerá operando para produção de energia elétrica, tal como uma central nuclear. Ao contrário, em geral, permanecerá atracado ou em manutenção, recebendo alimentação de energia elétrica que será fornecida pelas IIE.

A seguir são apresentados os princípios e requisitos de segurança nuclear e os requisitos específicos das Instalações Industriais Especiais que deverão ser considerados nos projetos dos sistemas propostos.

6.2 Princípios e requisitos gerais de segurança nuclear

Apresentam-se a seguir as definições, princípios e requisitos referentes à segurança nuclear que são necessários à elaboração de uma base de requisitos com a finalidade de promover a elaboração de projeto de instalações semelhantes às IIE.

6.2.1 Segurança nuclear -objetivo fundamental e princípios

Segurança nuclear, conforme IAEA (2007), "é a obtenção de condições operacionais, prevenção e controle de acidentes ou mitigação apropriada de consequências de acidente, resultando em proteção de trabalhadores, do público e do meio ambiente contra os riscos indevidos da radiação".

A Segurança (no sentido de segurança nuclear) focaliza os riscos dos efeitos da radiação em condições normais ou como consequências de incidentes (que inclui eventos iniciadores, precursores de acidente, quase acidentes, acidentes e atos não autorizados - mal intencionados ou não), segundo IAEA (2007).

Com base em CNEN (2012), a segurança nuclear é obtida por meio da adoção de medidas de caráter técnico e administrativo, incluídas na fase de projeto, na construção, no comissionamento, na operação, na manutenção e no descomissionamento das Instalações Industriais Especiais.

Segundo IAEA (2006), o objetivo fundamental da segurança é proteger pessoas e meio ambiente dos efeitos deletérios da radiação ionizante.

De modo a assegurar que as instalações sejam operadas e atividades sejam conduzidas segundo o padrão de segurança tão alto quanto possível, as seguintes medidas devem ser tomadas:

a) controlar a exposição das pessoas à radiação e a liberação de material radioativo no meio ambiente;
b) restringir a frequência de ocorrência de eventos que poderão levar a uma perda de controle sobre o núcleo do reator, reação em cadeia, fonte radioativa ou quaisquer outras fontes de radiação e;
c) mitigar as consequências de tais eventos caso venham a ocorrer.

O objetivo supracitado deverá ser aplicado às Instalações Industriais Especiais "durante toda a vida útil, incluindo planejamento, estudo de localização, projeto, fabricação,

construção, comissionamento, operação e descomissionamento" (IAEA, 2006), incluindo "os transportes de material radioativo e gerenciamento de rejeitos" *op. cit.*

Os dez princípios constantes em *op. cit.* formam uma base sobre a qual são desenvolvidos os "requisitos de segurança" *op. cit.* e implantadas "medidas de segurança" *op. cit.* de forma a permitir o alcance do objetivo fundamental.

Conforme IAEA (2006), tais princípios são, de forma geral, aplicáveis em sua totalidade; porém, alguns poderão ser mais relevantes do que outros dependendo das circunstâncias. No presente trabalho, serão apresentados os princípios que possuem maior relevância.

6.2.1.1 Liderança e gerenciamento da segurança

Deverá ser difundida a cultura de segurança entre todos aqueles que desenvolverão suas atividades nas Instalações Industriais Especiais.

Segundo IAEA (2007), cultura de segurança "é o conjunto de características e atitudes adotadas pelas organizações e indivíduos pelo qual as questões relativas à proteção e segurança serão tratadas com máxima prioridade em virtude de seu significado".

6.2.1.2 Justificação de instalações e atividades

As atividades desenvolvidas pelas Instalações Industriais Especiais quanto ao suporte ao Submarino Nuclear de Ataque deverão reverter em maiores benefícios para a sociedade brasileira do que o risco de ocorrência de possíveis acidentes radiológicos.

6.2.1.3 Otimização da proteção

As medidas de proteção adotadas nas Instalações Industriais Especiais deverão ser otimizadas a fim de promover um nível de segurança tão alto quanto possível, dentro de limites razoáveis. Ou seja, as liberações de radiação devem obedecer aos limites legais e ao princípio ALARA.

Abrem-se parênteses nesse ponto para esclarecer o significado das siglas ALARA e ALARP na presente dissertação: de acordo com SHRADER-FRECHETTE *et al* (2002), ALARA significa "*As Low As Reasonably Achievable*" ("tão baixo quanto razoavelmente possível") e distingui-se de ALARP cujo significado "*As Low As Reasonably Practicable*" (tão baixo quanto razoavelmente praticável) em virtude do termo "*achievable*" ser função do

estado atual da ciência ao passo que o termo "*practicable*" ser função da economia e análise de custo-benefício.

Acrescenta-se que, conforme JONES-LEE *et al* (2011), por meio de uma análise custo-benefício, somente devem ser implantadas melhorias na segurança no caso dos custos referentes aos efeitos indesejados serem menores ou iguais aos benefícios alcançados. Por outro lado, alguns órgãos reguladores interpretam ALARP de modo que melhorias devem ser implantadas desde que os respectivos custos não se mostrem desproporcionalmente maiores do que os benefícios, ou seja, podem haver casos nos quais os custos poderão exceder os benefícios.

A Holanda e o Reino Unido utilizam ALARP e ALARA para designar o mesmo conceito, de acordo com CCPS (2009).

6.2.1.4 Limitação de riscos aos indivíduos

Deverão ser implantadas medidas para o controle de risco radiológico nas IIE, de forma a assegurar que não haverá danos inaceitáveis aos indivíduos.

Esse princípio garante que os riscos radiológicos e as doses deverão estar dentro de limites especificados.

6.2.1.5 Proteção da presente geração e das futuras

As pessoas e o meio ambiente deverão estar protegidos contra os riscos radiológicos originados pelas atividades das IIE. Ou seja, populações em áreas mais distantes também deverão ser consideradas quando da aplicação dos padrões de segurança nuclear.

6.2.1.6 Prevenção de acidentes

Nas Instalações Industriais Especiais, todos os esforços deverão ser feitos na prevenção de acidentes que envolvam liberação de material radioativo e, no caso da ocorrência de tais acidentes, deverão ser envidados esforços na mitigação das consequências.

A implantação do Princípio de Defesa em Profundidade (DEP) é o principal meio de prevenir e mitigar consequências de acidentes dessa natureza.

6.2.1.7 Preparação e resposta para situações de emergência

Deverá ser elaborado um planejamento de preparo e resposta para o caso de ocorrência de incidentes nucleares ou aqueles que envolvam liberação de radiação e deverá assegurar: 1) que estarão disponíveis em local e momentos apropriados meios de resposta à situação de emergência (em nível local, regional, nacional e internacional); 2) assegurar que os riscos radiológicos serão menores para aqueles incidentes de razoável previsibilidade; 3) assegurar que medidas práticas de mitigação dos efeitos deletérios sobre o homem e o meio ambiente serão tomadas para quaisquer incidentes que possam ocorrer.

6.2.2 Requisitos gerais de segurança: abordagem gradual

Com base em IAEA (2009), no projeto das Instalações Industriais Especiais, deve-se atentar para o cumprimento do requisito de abordagem gradual, que prescreve a utilização de uma aproximação gradativa na determinação do escopo e nível de detalhes da avaliação de segurança. Isto deve ser realizado de forma consistente com a magnitude dos possíveis riscos de radiação decorrentes das IIE e atividades ali desenvolvidas. Tal abordagem leva em consideração:

a) quaisquer liberações de materiais radioativos durante a operação normal;
b) consequências em potencial do surgimento de ocorrências operacionais esperadas e de possíveis acidentes e;
c) possibilidade de ocorrência de eventos raros, mas associados a consequências potencialmente graves.

"A abordagem gradual deve ser levada em consideração na aplicação dos demais requisitos para atualização da avaliação de segurança" IAEA (2009).

Segundo IAEA (2009), antes da avaliação de segurança ser iniciada, deve ser feita uma apreciação quanto ao escopo e ao nível de detalhamento da avaliação para as IIE, bem como os recursos necessários para a realização desse trabalho, que deve estar acordado com a ASN.

6.2.3 Requisitos gerais de segurança - Defesa em Profundidade (DEP)

6.2.3.1 O conceito de Defesa em Profundidade (DEP)

De acordo com IAEA (1996), a DEP consiste no emprego hierárquico de diferentes níveis de equipamentos e procedimentos a fim de manter a efetividade das

barreiras físicas posicionadas entre os materiais radioativos e os trabalhadores, público e meio ambiente durante operação normal, em ocorrências previstas e, para algumas barreiras, em uma condição de acidente. A ideia de prover múltiplas barreiras de proteção é a característica principal.

Tem por objetivo:

a) compensar as potenciais falhas humanas e de equipamentos;
b) manter a efetividade das barreiras na prevenção de danos à instalação nuclear e às próprias barreiras e;
c) proteger o público e o meio ambiente contra danos no caso da ocorrência de um evento no qual essas barreiras não sejam totalmente efetivas.

A DEP é implantada por meio de projeto e operação das IIE para prover proteção gradual contra uma variedade de transientes, incidentes e acidentes que possam envolver o reator do submarino. Isso inclui falhas de equipamentos e erros humanos tanto no próprio SNA quanto nas áreas das IIE diretamente relacionadas ao fornecimento de apoio em terra para os sistemas relativos ao reator nuclear e eventos externos à instalação.

A estratégia da DEP consiste em:

a) primeiro lugar, prevenir acidentes e;
b) segundo lugar, em caso de falha na prevenção, mitigar suas consequências e prevenir a evolução para uma condição mais séria.

6.2.3.2 Níveis de Defesa em Profundidade

Estrutura da DEP: constituída de cinco níveis, sendo que na falha de um, o subsequente atuará, conforme apresentado na Tabela 6.2.3.2.

Tabela 6.2.3.2 - Níveis de Defesa em Profundidade (IAEA, 1996).

Níveis de DEP	Objetivo	Meios essenciais para assegurar o cumprimento do objetivo
1	Prevenção de operações anormais e falhas.	Projeto conservador e alta qualidade na construção e operação.
2	Controle de operações anormais e detecção de falhas.	Controle, sistemas de limitação e proteção e fiscalização.
3	Controle de acidentes de	Arranjos de segurança e

	base de projeto.	procedimentos em caso de acidentes.
4	Controle de condições severas, incluindo prevenção da progressão de acidentes e mitigação das consequências de acidentes severos.	Medidas complementares ao gerenciamento de acidentes.
5	Mitigação de consequências radiológicas de significativas liberações de materiais radioativos.	Resposta de emergência externa ao local da instalação (*off-site*).

De acordo com IAEA (1996), em geral, a DEP tem por meta assegurar que uma falha única (*single failure*) seja de equipamento ou humana, para um nível de defesa, e até combinação de falhas para mais de um nível de defesa não seja propagada para ameaçar os níveis subsequentes. A independência entre os diferentes níveis é fundamental para alcançar esse objetivo.

Caso seja inviável possuir níveis independentes de defesa contra alguns eventos (como falha repentina no vaso de pressão do reator, por exemplo), diversos níveis de precaução devem ser introduzidos no projeto e operação, tais como: seleção de materiais, inspeções periódicas e incorporação de margens adicionais de segurança.

6.2.3.3 Barreiras físicas

Sucessivas barreiras físicas para confinamento do material radioativo são posicionadas na instalação nuclear. Para reatores tipo LWR, as barreiras de confinamento são tipicamente:

a) matriz do combustível;
b) revestimento do combustível;
c) fronteira do sistema de refrigeração do reator e;
d) sistema de contenção. *op. cit.*

O relacionamento entre as barreiras físicas e os níveis de DEP encontra-se ilustrado na Figura 6.5.

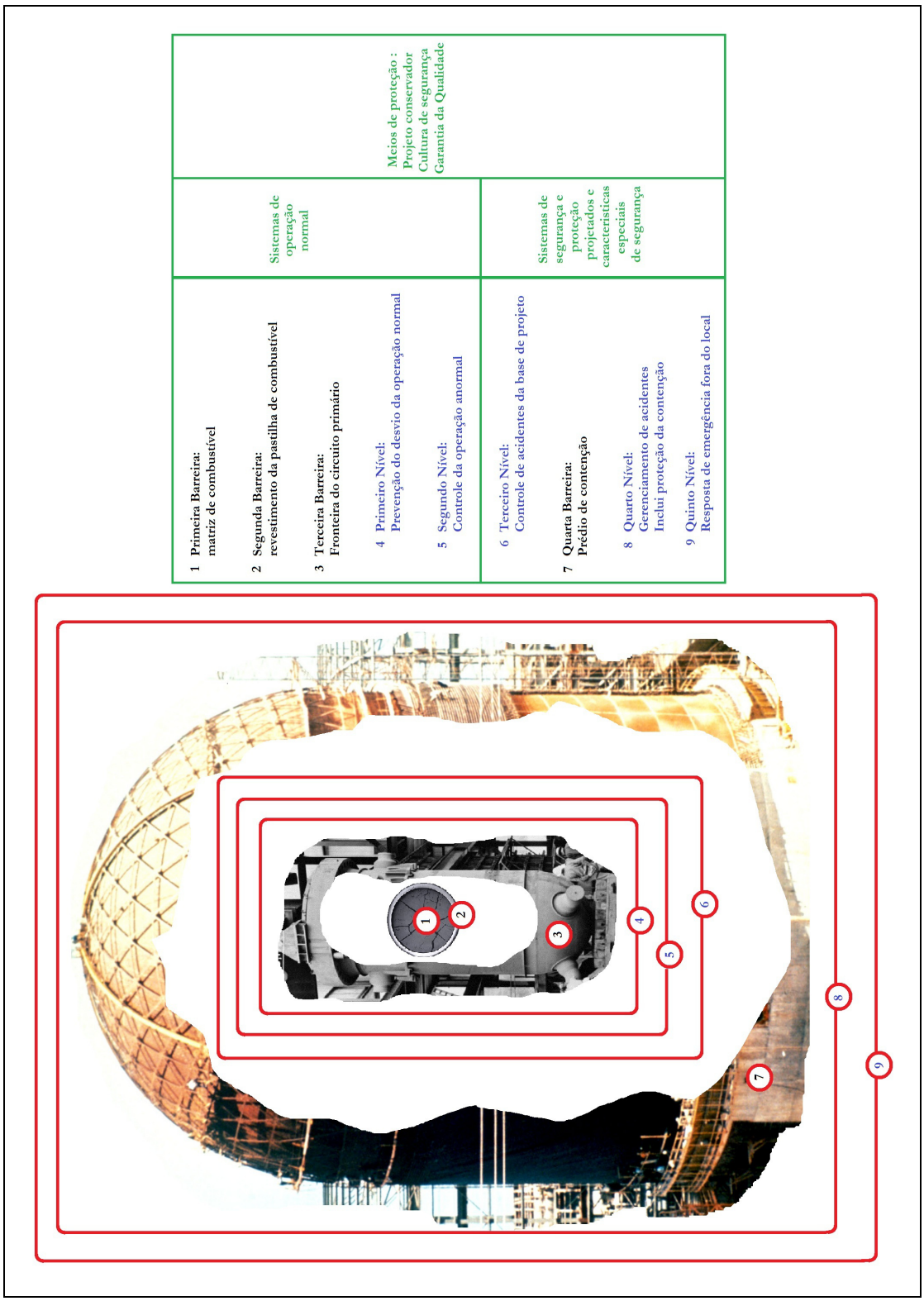

Figura 6.5 - Relacionamento entre barreiras físicas e níveis de DEP. Adaptado de IAEA (1996). Fotografias retiradas de SHIPPINGPORT POWER STATION (1956), HKS (2013?), CONTAINMENT_DESTRUCTION (1970?).

Os pré-requisitos básicos para a implantação da DEP, aplicados a todos os níveis anteriormente mencionados, são (IAEA, 1996):

a) Conservadorismo: aplicado largamente nos três primeiros níveis de DEP. Hipóteses conservadoras e margens de segurança são empregadas na seleção do local, projeto, construção, comissionamento e operação das IIE; além disso, hipóteses conservadoras apropriadas e margens de segurança poderão ser aplicadas em revisões, avaliação sobre os efeitos do envelhecimento, reavaliação periódica e desenvolvimento de planos de emergência. Para os níveis 4 e 5, considerações de melhor estimativa ("best estimate") são de grande importância (IAEA, 1996);
b) Qualidade assegurada: cada nível de DEP é capaz de ser efetivo somente se a qualidade requerida para o projeto, materiais empregados, estrutura, componentes e sistemas, bem como operação e manutenção for alcançada e;
c) Cultura de segurança: as organizações e indivíduos envolvidos nas atividades que poderão causar impacto a cada nível de DEP, assim, todos deverão estar comprometidos a segurança.

6.2.3.4 Funções de Segurança

Conforme IAEA (2007), função de segurança é o propósito específico que deve ser cumprido para o bem da segurança. As duas funções de segurança fundamentais para o reator do submarino são o controle de reatividade e o confinamento de material radioativo. A função de segurança fundamental tanto para o reator quanto para os setores das IIE que abrigam o submarino no seco é o resfriamento de material radioativo.

Segundo IAEA (2012), o cumprimento das funções de segurança supramencionadas é essencial para a garantia da segurança nuclear.

6.2.3.5 Avaliação da Defesa em Profundidade

Conforme IAEA (2009), por meio do processo de avaliação de segurança, deverão ser determinados quais serão os provimentos a serem empregados para cada um dos níveis de DEP a fim de que o responsável legal pelas instalações possa:

a) atribuir desvios da operação normal do reator do SNA ou, em caso de repositório, da evolução esperada a longo prazo;

b) detectar e eliminar desvios relacionados à segurança da operação normal ou à evolução esperada em longo prazo dos rejeitos e combustíveis queimados, caso ocorram;
c) controlar acidentes dentro dos limites estabelecidos em projeto;
d) especificar medidas de mitigação das consequências de acidentes que excederem tais limites e;
e) mitigar riscos associados aos efeitos da radiação provenientes de possíveis liberações de material radioativo.

As necessárias camadas de proteção - incluindo as barreiras físicas de confinamento de material radioativo em locais específicos bem como os controles de suporte administrativos para alcançar a DEP - deverão ser identificadas na avaliação de segurança, tais como:

a) funções de segurança que deverão ser cumpridas;
b) potenciais desafios a serem enfrentados por essas funções;
c) mecanismos que originarão esses desafios e a resposta necessária a eles;
d) provimentos a serem empregados para prevenir a ocorrência de tais desafios;
e) provimentos a serem realizados para identificar ou monitorar a deterioração causada por esses mecanismos, se for praticável e;
f) provimentos para mitigação das consequências no caso de falha nas funções de segurança.

6.2.4 Margens de segurança

No que se refere à análise de segurança e a margens de segurança, encontra-se em IAEA (2008) que o objetivo principal da análise de segurança é a demonstração, de forma robusta, de que os requisitos de segurança serão cumpridos. Em outras palavras, que há margens de segurança suficientes entre os valores reais referentes aos parâmetros importantes para a segurança nuclear e os valores limites de falha das barreiras contra a liberação de radiação.

6.2.5 Avaliação de segurança

Na situação em que o SNA se encontre nos domínios das Instalações Industriais Especiais, em que se tem uma interação entre parte das IIE e o reator nuclear do

submarino e seus sistemas, o nível mais elevado de segurança que se pode alcançar, dentro de limites razoáveis, segundo IAEA (2012) é obtido pela adoção das seguintes medidas:

a) prevenção de acidentes que acarretem consequências danosas resultantes de perda de controle sobre o núcleo do reator da IPN e mitigação das consequências em caso de ocorrência;
b) assegurar que todos os acidentes levados em consideração durante o projeto bem como quaisquer consequências radiológicas dos mesmos estejam abaixo dos limites relevantes segundo ALARA e;
c) assegurar que as frequências de ocorrência de acidentes com sérias consequências radiológicas sejam extremamente baixas e as consequências de tais acidentes possam ser mitigadas em toda a extensão possível.

De acordo com IAEA (2012), a demonstração do cumprimento do objetivo fundamental de segurança pelas IIE, em todas as suas situações operacionais, deverá ser feita por meio de uma avaliação de segurança completa do projeto. Desse modo, poderão ser identificadas todas as possíveis fontes de radiação, avaliadas as possíveis doses que seriam recebidas por operários e pelo público, além da previsão dos possíveis efeitos ao meio ambiente.

Essa avaliação deverá examinar:

a) a Instalação de Propulsão Nuclear em situação de operação normal;
b) o desempenho da IPN nuclear em ocorrências operacionais esperadas e;
c) a IPN em condição de acidente.

O termo avaliação de segurança ("safety assessment"), com base em IAEA (2007), é o processo e seu resultado de análise sistemática e de avaliação dos perigos associados a fontes de radiação e práticas relevantes para a segurança bem como de medidas de proteção e segurança associadas. Frequentemente concentra-se na quantificação de medidas de desempenho para comparação com critérios estabelecidos. Uma visão geral do processo de avaliação de segurança encontra-se apresentado na Figura 6.6.

Conforme IAEA (2012), a avaliação de segurança englobará as condições de operação normal da instalação, seu desempenho em ocorrências operacionais antecipadas e em cenários acidentais, demonstrando assim a capacidade do conjunto IIE + SNA em

suportar a ocorrência de eventos iniciadores e de acidentes postulados, bem como a eficiência de itens relacionados à segurança.

Para que ocorra a avaliação de segurança, é necessário conduzir um estudo da segurança, ou seja, a realização de uma "avaliação de perigos em potencial associados à condução de determinada atividade" (IAEA, 2007), que é denominada análise de segurança (*safety analysis*).

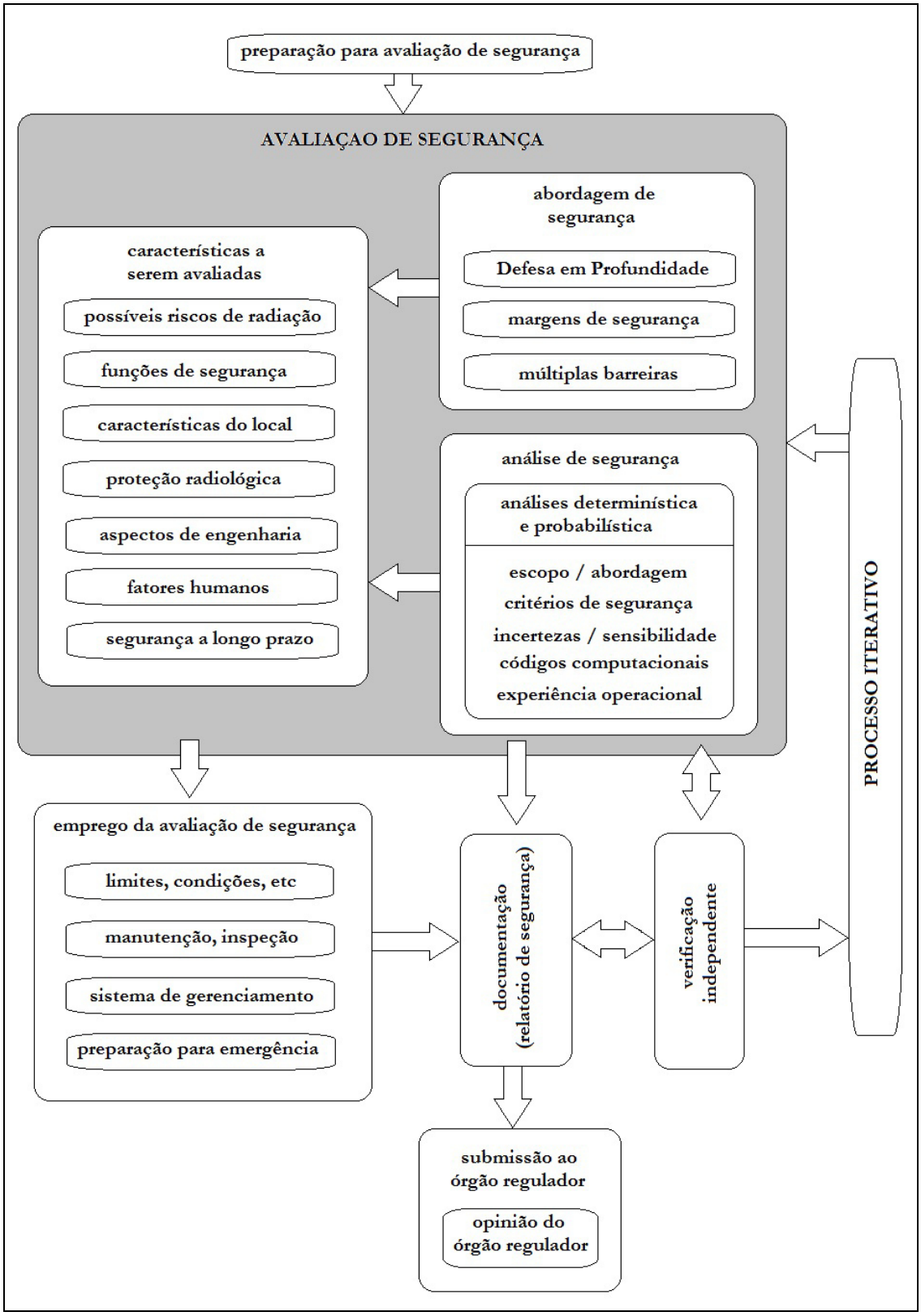

Figura 6.6 - Visão geral do processo de avaliação de segurança. Adaptado de IAEA (2009).

6.2.5.1 Análise de Segurança das IIE

De acordo com IAEA (2012), a análise de segurança do projeto das IIE deverá ser conduzida por ambos os métodos de análise (determinística e probabilística) com o propósito de permitir que os desafios a ser enfrentados pela segurança nas diversas categorias de estados da IPN possam ser avaliados.

6.2.5.2. Abordagem determinística

Segundo IAEA (2012), a abordagem determinística tem a finalidade, em primeiro lugar, de prover:

a) o estabelecimento e confirmação das bases do projeto para todos os itens importantes para a segurança;
b) a caracterização dos eventos iniciadores postulados que são apropriados para o local e para o projeto do submarino e das IIE;
c) a análise e avaliação das sequências de eventos que resultam da ocorrência de eventos iniciadores postulados para confirmar os requisitos de qualificação;
d) a comparação dos resultados da análise com limites de dose e de limites aceitáveis e com limites de projeto;
e) a demonstração de que as ocorrências operacionais antecipadas podem ser gerenciadas por meio de ações de segurança, combinando-se a atuação automática dos sistemas de segurança com as ações a ser executadas pelo operador, conforme procedimento prescrito e;
f) a demonstração de que o gerenciamento das condições adicionais ao projeto é possível pela atuação automática dos sistemas de segurança e do uso de recursos de segurança em combinação com ações esperadas por parte do operador.

6.2.5.3 Abordagem probabilística

Primeiramente, ressalta-se que a apresentação do conceito e das considerações sobre a abordagem probabilística segue os moldes da publicação IAEA (2012), com diversos trechos extraídos deste documento, complementado por informações de outras referências.

6.2.5.3.1 Definição de Análise Probabilística de Segurança

O termo Análise Probabilística de Segurança (APS) refere-se à análise na qual é empregada "uma abordagem ampla e estruturada para identificação de cenários de falha, tornando-se uma ferramenta conceitual e matemática para a obtenção de estimativas numéricas para o risco" (IAEA, 2007).

6.2.5.3.2 Objetivos da Análise Probabilística de Segurança

De acordo com IAEA (1992), os objetivos da APS são:

a) identificação e delineamento de combinações de eventos que possam levar as instalações em terra em conjunto com o submarino a uma situação de acidente severo;
b) avaliação da probabilidade esperada de ocorrência para cada combinação e;
c) análise de consequências.

Como consta em IAEA (1992), para cumprir esses objetivos, a metodologia APS deverá integrar informações sobre o projeto do SNA e das IIE, práticas e histórico de operação, confiabilidade de componentes, comportamento humano, fenômenos de acidente e, no caso de uma aplicação mais ampla, efeitos sobre a saúde e meio ambiente.

6.2.5.3.3 Aplicações da Análise Probabilística de Segurança

Por IAEA (2012), a abordagem probabilística deverá ser levada em consideração no projeto em todos os modos de operação e em todos os estados do reator nuclear do submarino, incluindo o desligamento, com especial referência:

a) ao estabelecimento de um projeto equilibrado de tal forma que nenhum evento iniciador postulado apresente um nível de incerteza desproporcional em relação aos demais na contabilização total dos riscos e que, na medida do possível, os níveis de defesa em profundidade possam ser considerados independentes;
b) ao se evitar que a ocorrência de pequenos desvios nos parâmetros da instalação possam acarretar grandes variações nas condições do conjunto SNA +IIE ("cliff edge effects") e;
c) à comparação dos resultados da análise com os critérios de aceitação de risco, onde estes tiverem sido especificados.

6.2.5.3.4 Níveis da Análise Probabilística de Segurança

De acordo com IAEA (1992), costumeiramente distinguem-se três níveis de APS, dependendo do escopo da análise:

a) APS nível 1: avaliação do projeto e operação da IPN do submarino com foco nas sequências que podem levar a danos ao núcleo do reator;
b) APS nível 2: abordagem de fenômenos de danos ao núcleo, de resposta da contenção ao carregamento esperado e de transporte de material radioativo do núcleo avariado às IIE e ao meio ambiente; permite a identificação de medidas para mitigação de consequências de acidentes e;
c) APS nível 3: análise de escopo completo, incluindo análise de dispersão de radionuclídeos nas IIE, no meio ambiente ao redor e potenciais efeitos para a saúde e meio ambiente.

Cada nível de APS provê probabilidades (frequências) de ocorrência de consequências adversas e informação sobre a dependência desses valores sobre características técnicas específicas. Essas descobertas dependem em certo grau de elementos subjetivos em diversos passos da análise. (vide Figura 6.7). *op. cit.*

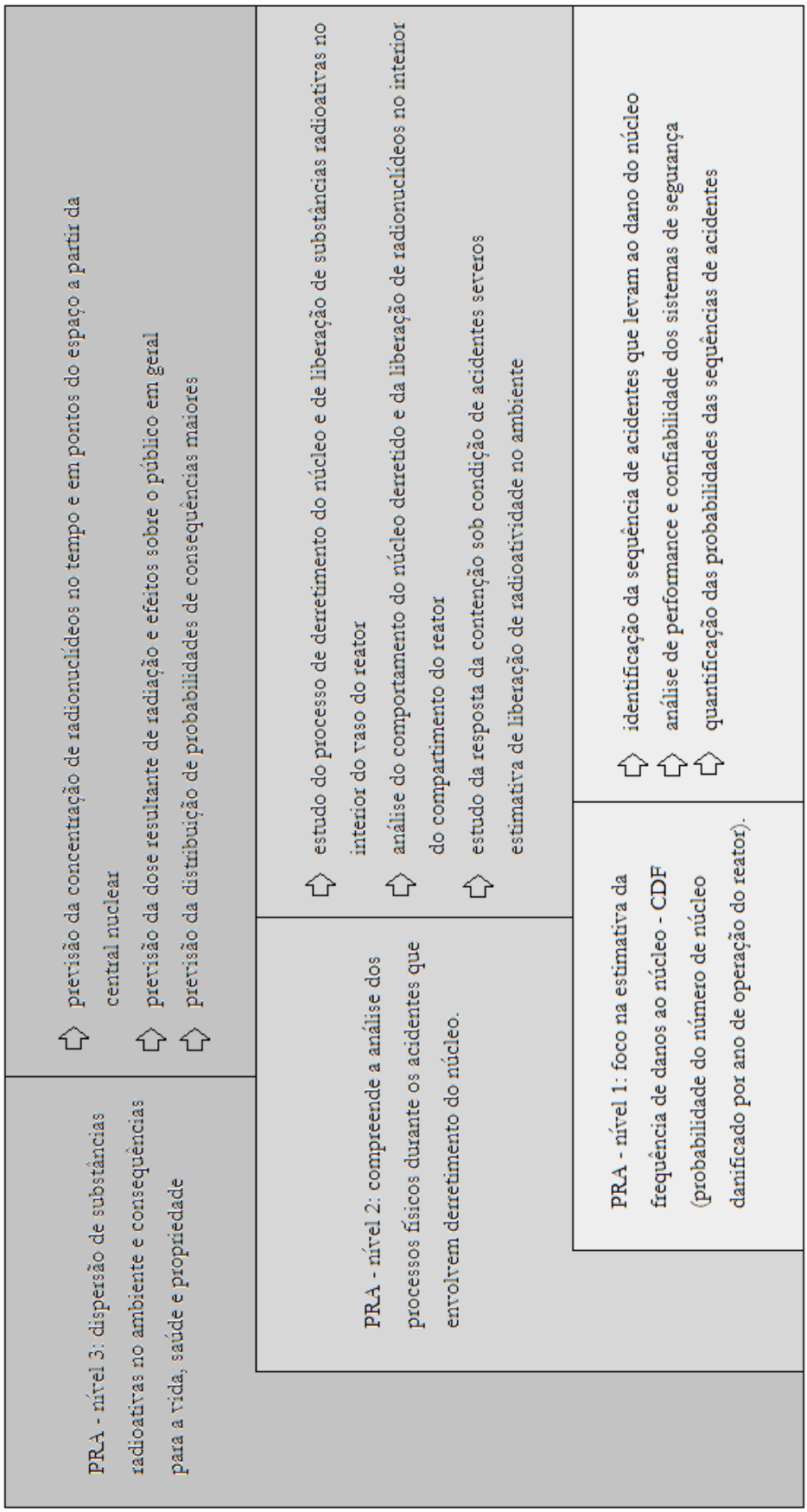

Figura 6.7 - Representação dos níveis da APS, com base em PERSHAGEN (1989).

6.2.5.3.5 Análise de consequências

Trata-se do estudo dos efeitos radiológicos das liberações provenientes do conjunto SNA + IIE no meio ambiente. Os radionuclídeos são liberados na forma de gases, de partículas transportadas pelo ar ou em efluentes líquidos, *op. cit.*, p. 291.

6.2.5.3.6 Fontes de Informação

Conforme IAEA (1992), a abordagem geral da APS consiste em: 1) definir um grupo de eventos iniciadores que ameaçam a segurança da IPN do submarino e das IIE; 2) obter as probabilidades das sequências de eventos que levam a consequências inaceitáveis além da base de projeto, empregando-se para tal um modelo detalhado da IPN e das áreas da IIE interligadas ao submarino e daquelas destinadas ao armazenamento de rejeitos e combustíveis usados, probabilidades dos eventos iniciadores e confiabilidade de componentes.

Duas abordagens são adotadas com relação às fontes de informação. Na prática, uma combinação das duas é usada:

a) uma abordagem se vale de um banco de dados contendo todo o tipo de informação pertinente (dados genéricos); algumas informações são provenientes de centrais nucleares (provavelmente será difícil conseguir dados importantes de outros submarinos nucleares), diferentes condições de operações e de distintos projetos de componentes e;
b) outra abordagem utiliza informações diretamente da experiência de operação de uma determinada instalação nuclear o mais semelhante possível, levando-se em consideração as diferenças entre os projetos.

6.2.5.3.7 Tipos de análises

De acordo com IAEA (1992), existem dois tipos de APS a serem aplicados:

a) Análise *a posteriori*: refere-se a submarinos de propulsão nuclear existentes sobre os quais conhece-se o histórico operacional, ou seja, cada evento identificado dos registros históricos pode ser analisado para a determinação da probabilidade condicional e de sua progressão para um acidente; essas probabilidades condicionais podem ser usadas para estimar a frequência de dano ao núcleo (*Core Damage Frequency - CDF*); por dificilmente tais informações

estarão disponíveis, dados genéricos poderão ser usados na falta dessas informações específicas e;

b) Análise *a priori*: refere-se a um novo projeto de submarino de propulsão nuclear e à suas instalações de apoio em terra ou àqueles conjuntos SNA + IIE em estágio inicial de operação; dados genéricos são usados como base de informações de estudos probabilísticos.

6.2.5.3.8 Avaliação dos resultados

A elaboração de conclusões pode considerar a importância da contribuição ao valor do risco das diferentes sequências de acidentes gerados por falhas em equipamentos ou por modos de operação. Tais conclusões podem incluir a avaliação dos efeitos de melhorias nos sistemas e são de fundamental importância para o aprimoramento da segurança, indicando os passos a serem realizados para tal. *op. cit.*

6.2.5.3.9 Qualidade da Análise Probabilística de Segurança

Sobre qualidade final da avaliação, de acordo com IAEA (1992), devem ser considerados que:

a) uma combinação das abordagens *a posteriori* e *a priori* pode ser usada na APS;

b) as incertezas são reduzidas conforme a componente *a posteriori* é ampliada (quanto mais usar dados provenientes da experiência de operação da instalação);

c) incertezas podem ser ampliadas substancialmente da APS nível 1 para APS nível 3 e;

d) a importância de se considerar os valores das incertezas associadas a cada conclusão obtida da APS e verificar se os mesmos encontram-se dentro de limites aceitáveis.

6.2.5.3.10 Méritos da Aplicação da APS

As vantagens na realização a APS, de acordo com IAEA (1992), são:

a) a avaliação da totalidade e balanço do projeto de segurança nuclear, incluindo identificação de riscos relevantes e possibilidade de surgimento de fenômenos denominados "cliff edge effects" em relação aos acidentes e suas consequências;

b) a avaliação das modificações no projeto do submarino e das IIE e nos procedimentos sob o ponto de vista da segurança nuclear;
c) a avaliação do gerenciamento das estratégias operacionais;
d) a assistência no gerenciamento do conjunto SNA+IIE para estabelecer manutenção e testes, inclusive avaliação probabilística de segurança viva (*living probabilistic safety assessment*);
e) treinamento da equipe;
f) avaliação das estratégias de gerenciamento de acidentes;
g) guia para melhorar especificações técnicas;
h) monitoração sistemática do nível de segurança;
i) estabelecimento de prioridades para futuras pesquisas pela identificação de áreas onde há necessidade de maior conhecimento e;
j) assistência no desenvolvimento de novos conceitos de reatores.

Acrescenta-se que, conforme IAEA (1992), a maioria desses benefícios são alcançados por meio da aplicação de APS nível 1 e nível 2 *a posteriori*.

6.2.5.3.11 Precauções na aplicação da APS

Conforme IAEA (1992), a despeito dos benefícios, o uso da APS possui limitações decorrentes de:

a) dependência do projeto determinístico;
b) incertezas em relação às fontes de informações e modelos;
c) dificuldades de tratamento de certas questões e;
d) pontos de vista subjetivos da equipe responsável por conduzir a APS.

6.2.5.3.12 Dependência da precisão do projeto

Conforme IAEA (1992), um projeto que possui diversas e independentes linhas de defesa contra uma determinada falha é aquele que permite a obtenção de dados provenientes de experiências passadas, desde que as taxas de falhas dos componentes sejam observáveis e registradas apropriadamente.

Em um projeto no qual a separação entre sistemas é adequadamente implantada, ocorrerá eliminação de grande número de dependências, interações e falhas de causas comuns, além de facilitar a modelagem dos sistemas e a diminuir a vulnerabilidade da instalação à ocorrência de tais falhas. *op. cit.*

O projeto de instalação afeta a precisão da APS por meio de medidas a ser tomadas para redução da dependência do desempenho do operador, considerando que a confiabilidade humana é inerentemente difícil de quantificar. *op. cit.*

6.2.5.3.13 Incertezas

IAEA (1992) faz referência a eventos iniciadores internos (e não eventos externos como terremotos, alagamentos decorrentes de tsunamis e tempestades). Assim, pode-se dizer que a maioria das incertezas sobre as informações podem ser estimadas. Contudo, quando falhas em componentes levam a ações que previnem sua ocorrência, a influência de tais correções sobre a confiabilidade pode ser difícil de avaliar.

A capacidade limitada de modelar com razoável precisão algumas questões relevantes (tais como fenômenos de progressão de acidentes - incluindo derretimento do núcleo -, comportamento humano e efeitos dos baixos níveis de radiação sobre a saúde humana) contribui para a incerteza da APS. Tais incertezas são estimadas, algumas vezes, por opiniões de especialistas.

Na APS de nível 1 dos projetos de reatores com operação e funcionamento comprovados, as incertezas (para 90% do intervalo de confiança) nas previsões de probabilidade de dano ao núcleo cobrem, grosso modo, uma ordem de magnitude.

Na APS de nível 2, em decorrência de dificuldades de modelagem, carregamentos na contenção, mecanismos de falhas da contenção associados a acidentes severos, as incertezas são muito maiores. Resultados disponíveis mostram que as incertezas para esse nível podem se estender a diversas ordens de magnitude.

Na APS de nível 3, as incertezas aumentam ainda mais pela inclusão do fenômeno de dispersão atmosférica e a relação entre dose-resposta na avaliação da significância do efeito sobre a saúde de grandes populações.

Os valores numéricos provenientes da APS para os resultados de risco, segundo PERSHAGEN (1989), "são estimativas que contêm incertezas. Parte dessas incertezas provém da própria teoria de probabilidades, outras surgem do banco de dados usado para quantificar as árvores de falha e outras de modelos de cálculo empregados na descrição da progressão de acidente. Os resultados dessa combinação de incertezas devem ser interpretados como sendo intervalos de confiança subjetivos".

Além disso, "a fundamental incerteza encontra-se na incompletude ("omissão de modos de falha relevantes" *op. cit.* p. 224) da análise. Contudo, em virtude da abordagem sistemática e do aumento da experiência operacional, é improvável que qualquer um dos principais

modos de falha ou sequências sejam desprezados, nem tampouco é provável que o total de casos omissos aumente substancialmente o valor do risco" *op. cit.* p. 330.

Outro problema origina-se da atitude do público frente aos acidentes que acarretam severas consequências. A aversão ao risco é um fenômeno no qual as pessoas tendem a não correr o risco de um grave acidente, não importa o quão baixa seja a probabilidade.

Na teoria da decisão essa atitude é representada pelo princípio minimax. Este estabelece que, na escolha dentre os piores cenários, opta-se pelo que oferece o melhor resultado. Por exemplo: um evento "A" de ocorrência esperada a cada 10.000 anos leva a 10.000 fatalidades e outro evento "B" de ocorrência anual leva a uma fatalidade. Para ambos os eventos, o risco resulta em uma fatalidade por ano; porém, o evento "A" será considerado o mais assustador, *ibid.*

6.2.5.3.14 Limitação de Escopo

Conforme IAEA (1992), a APS é limitada ao tratamento de certas questões. Algumas questões podem ser desprezadas devido:

a) ao fato de acreditar-se que sejam pouco relevantes;

b) ao fato de que não possam ser incluídas na estrutura do modelo da APS.

A consideração dos eventos iniciadores é também um limitador de escopo. A maioria das APS não incluem eventos externos.

6.2.5.3.15 Fatores Humanos

Conforme registrado em IAEA (1992), no que se refere a projetos de funcionamento comprovados, a automação dos sistemas e melhoria da interface homem-máquina reduziu substancialmente a influência da falha humana.

6.2.5.3.16 Falhas de causa comum

Devido à alta qualidade dos equipamentos de uma instalação nuclear, raramente são observada as falhas de causa comum de sistemas redundantes.

Acredita-se que a dificuldade em prever a probabilidade de falha de causa comum resulta, em muitos casos, em uma superestimação das contribuições das causas comuns. Contudo, devido à grande incerteza na previsão de tais efeitos, o potencial e as consequências das causas comuns precisam ser apontados e, portanto, parece se justificar mais ênfase na diversidade dos sistemas de acordo com IAEA (1992).

6.2.5.3.17 Eventos de baixa probabilidade

É uma prática comum, segundo IAEA (1992), desconsiderar uma família de eventos cuja probabilidade de ocorrência é de duas a três ordens de magnitude mais baixa do que a probabilidade total de ocorrência do resultado postulado adverso.

A estimativa feita pela maioria das APS realizadas em reatores com operação e funcionamento comprovados para danos ao núcleo encontra-se entre 10^{-5} e 10^{-4} por reator-ano. Desse modo, parece-nos apropriado considerar uma linha de corte de probabilidade de 10^{-7} por reator-ano.

Os resultados finais da APS representam graus de credibilidade em relação a certos efeitos danosos que ocorrerão num dado período. Estes são descritos por meio de probabilidades que podem estar embasadas em dois diferentes tipos de informação:

a) dados empíricos e respectiva variação estocástica como dos dados de entrada de uma APS que podem ser interpretados por meio de probabilidades de ocorrência de fenômenos observados e;
b) julgamentos sobre questões relevantes como fenômenos, modos de falha e probabilidades relacionadas que podem ser baseados em histórico-científico ou experiência de engenharia, mas não diretamente apoiados em dados empíricos.

O objetivo básico da APS é - na medida do possível - obter resultados a partir de dados empíricos. Isso é alcançado por meio da decomposição dos possíveis mecanismos de falha como sendo produtos de diversos outros mecanismos independentes. Isso permite deduzir até mesmo pequenas probabilidades de ocorrência de acidentes com limitada experiência de operação.

A necessidade de usar tal método é resultado direto do sucesso da aplicação do princípio da defesa em profundidade na segurança do conjunto SNA+IIE. No entanto, a participação dos elementos subjetivos nos resultados aumenta à medida que diminuem as probabilidades de ocorrência do resultado final.

Abaixo de determinado nível de probabilidade, o componente empírico dos resultados será desprezível e os resultados da APS serão julgados como impossíveis de ocorrer. A experiência com APS na época do documento IAEA (1992) indicou que frequências de ocorrência abaixo de 10^{-7} por reator-ano para família de eventos estão abaixo do referido nível.

Para famílias de eventos que poderiam ameaçar a contenção, levando diretamente a uma grande liberação de materiais radioativos, seria necessário considerar até mesmo as

probabilidades mais baixas. Contudo, recomenda-se considerar tais eventos em análise separada para os quais se providencia uma barreira adicional.

6.2.5.3.18 Perigos internos e externos

Perigos típicos como abalos sísmicos, incêndios e inundações internas ou externas podem comprometer diversos sistemas de segurança simultaneamente. Todos aqueles são tratados em recentes APS, segundo IAEA (1992), e frequentemente têm provido uma significativa contribuição para as probabilidades de ocorrência de acidentes severos.

Entretanto, os métodos usados para a avaliação de perigos na época da emissão de IAEA (1992) são caracterizados por grandes incertezas. Intervalos de confiança estendem-se por diversas ordens de magnitude até para APS de nível 1.

6.2.5.3.19 Interação entre projetistas, operadores e o grupo que conduz a APS

O efetivo uso da APS baseia-se na premissa de que a avaliação retrata uma situação o mais próximo possível da realidade. Isso requer informações completas sobre modos de falha e uso de dados provenientes da melhor estimativa ("best estimate data"). Em geral, isso requer muito mais esforço e melhor preparo do que o uso de informações de projeto provenientes do processo de licenciamento. Além disso, requer que os dados sejam atualizados quando modificações no conjunto SNA+IIE forem realizadas de acordo com IAEA (1992).

6.2.5.3.20 Transparência na apresentação

A metodologia da APS é complexa e difícil de ser compreendida por leigos no assunto. Descobertas podem ser facilmente mal-entendidas. Dessa maneira, a apresentação dos resultados deve ser o mais transparente possível e deve incluir:

a) apresentação das incertezas;
b) escopo e cobertura;
c) fenômenos omitidos;
d) processo de revisão detalhada e;
e) guia para uso dos resultados.

6.2.5.3.21 Considerações sobre tolerabilidade

Segundo PETRANGELI (2006), tolerabilidade não significa aceitabilidade. O risco tolerável é aquele com o qual seja possível conviver, desde que seja acompanhado

de benefícios provenientes das atividades que o acarretaram. A Figura 6.8 apresenta a região de tolerabilidade do risco e seu relacionamento com ALARA/ALARP.

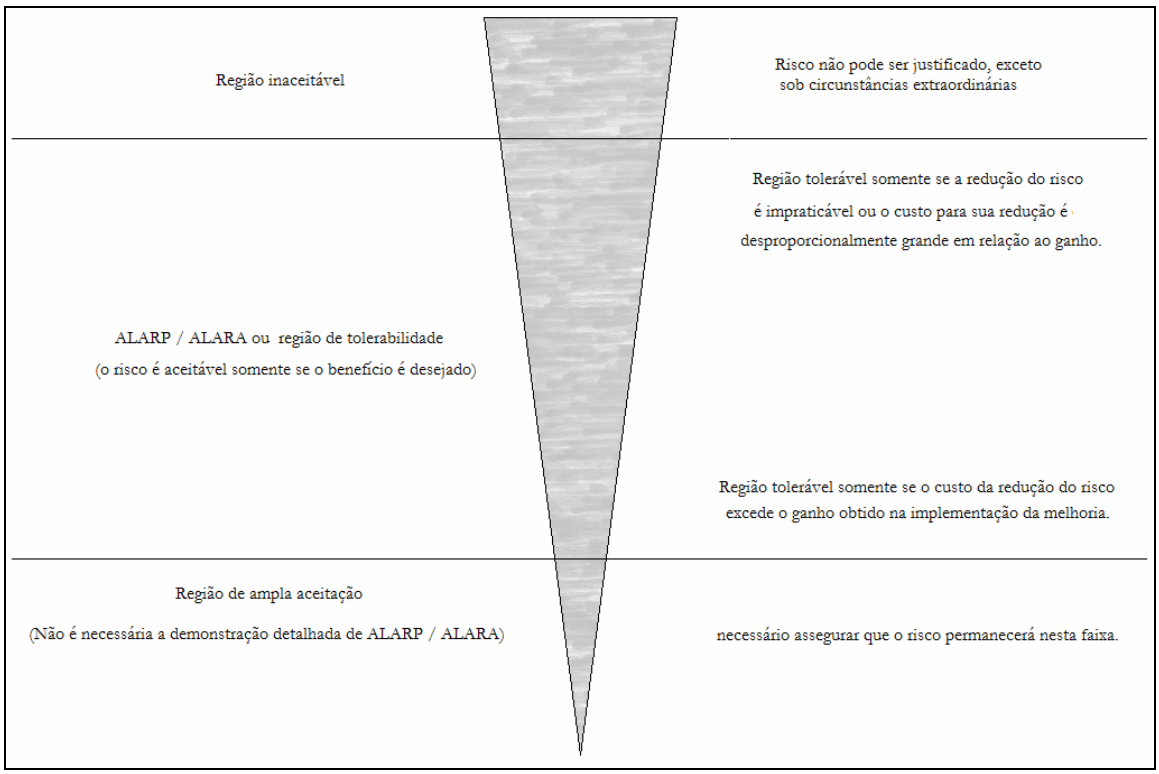

Figura 6.8 - Níveis de risco e ALARP/ALARA. Adaptado de PETRANGELI (2006).

Consoante com o acima exposto, em IAEA (1992) encontra-se que a APS pode ser usada para determinar a significância de cada evento contribuinte para a ocorrência de acidentes ou para julgar os riscos da ocorrência de um acidente no conjunto SNA+IIE. Para este último, é amplamente aceito que as decisões concernentes à tolerabilidade dos riscos seja baseada em três princípios:

a) há níveis de risco ao indivíduo ou à sociedade provenientes da tecnologia que não devem ser tolerados independentemente dos benefícios dessa tecnologia; tais níveis são denominados limites de tolerabilidade;
b) para riscos abaixo dos limites de tolerabilidade, a segurança não pode ser absoluta e o conhecimento de como melhorá-la nunca é completo; ações responsáveis incluem contínuos esforços para a redução dos riscos, desde que esses esforços não estejam fora dos limites razoáveis e;
c) bem abaixo do limite de tolerabilidade, os riscos são tão baixos que podem ser considerados desprezíveis a ponto de evitar emprego de recursos que desviem a atenção de questões importantes para a segurança e possam levar a maiores

riscos de outros tipos; o correspondente baixo nível de tolerabilidade é algumas vezes chamado de limite mínimo (*minimis limit*).

A implantação desses três princípios requer uma meta de segurança baseada em definições apropriadas de riscos de forma a assegurar que a comparação dos atuais níveis de segurança com essas metas seja praticável, compreendida e transparente.

As metas devem ser arranjadas como objetivos técnicos de segurança (por exemplo: derretimento do núcleo para APS nível 1). Elas devem estar relacionadas às características de projeto e melhorias em potencial.

Contudo, para permitir a comparação com outros riscos, incluindo aqueles provenientes de atividades industriais, as metas devem ser organizadas em termos de riscos globais para os indivíduos ou para a sociedade, denominados objetivos de alto nível de risco ("high level risk objectives"). Nesse caso, uma APS nível 3 é necessária com todas as incertezas associadas.

O alcance de um acordo internacional sobre os dois valores de delineamento das regiões (limite de tolerabilidade e limite mínimo) é difícil por três motivos:

a) demanda acordo sobre critério societário explícito de risco;
b) deve levar em conta as incertezas dos resultados da APS e;
c) ao tentar comparar com outros riscos, falhas sistemáticas nas avaliações tornam sem sentido as comparações.

Isso é válido, em particular, para a APS nível 3 *a priori*, na qual o desenvolvimento de métodos apropriados para superar as dificuldades supramencionadas é uma importante tarefa que exigirá algum tempo, segundo IAEA (1992).

Parece razoável, de acordo com IAEA (1992), estabelecer requisitos quantitativos para questões difíceis de avaliar como falhas de causa comum e erro humano. A definição da contribuição mínima desses fatores ao nível de risco ajudará a eliminar avaliações sem significado advindas de comparações.

Por PETRANGELI (2006), os requisitos com informação do risco devem manter razoável garantia de proteção. O desafio na transição para um regulamento com uso da informação de risco será o de manter o nível de segurança em um nível aceitável enquanto:

a) aprimora-se a eficácia, eficiência e realismo nas decisões do órgão regulador;
b) aumenta-se a confiança do público no órgão regulador e;
c) reduz-se o fardo desnecessário das exigências do órgão regulador sobre o órgão licenciado.

Como a informação do risco deve ser usada como complemento da abordagem determinística tradicional, as atividades de informação do risco devem preservar certos aspectos, entre eles: DEP, margens de segurança, princípio ALARA, proteção radiológica e as metas do órgão regulador. O importante é direcionar o regulamento para questões importantes para a segurança, levando-se em consideração as incertezas associadas.

6.2.6 Requisitos específicos de segurança no projeto do conjunto SNA + IIE

A apresentação desses requisitos foi baseada em extratos de IAEA (2012). As informações provenientes de outras fontes estão acompanhadas de suas respectivas referências.

6.2.6.1 Principais requisitos técnicos

6.2.6.1.1 Funções de segurança fundamentais

Deve ser assegurado o cumprimento das seguintes funções de segurança fundamentais do conjunto SNA + IIE para todos os estados da instalação: controle da reatividade; remoção de calor do reator e do combustível usado armazenado; confinamento do material radioativo pelo uso de blindagem para atenuar a radiação e controlar as liberações radioativas conforme planejado e limitar as liberações radioativas acidentais. *op. cit.*

6.2.6.1.2 Proteção radiológica

No projeto do conjunto SNA + IIE deve tal que seja assegurado que as doses de radiação para os trabalhadores e para os membros do público não ultrapassem os limites de dose (em consonância com o conceito ALARA) em estados operacionais para toda a vida útil da instalação nuclear em questão, e que eles permaneçam abaixo dos limites aceitáveis (de acordo com ALARA) em condição de operação normal e de acidente. *op. cit.*

6.2.6.1.3 Projeto de um submarino nuclear e de respectivas instalações em terra

O projeto do conjunto SNA + IIE deve garantir que a instalação e itens importantes para a segurança possuam características apropriadas para assegurar que:

a) as funções de segurança serão cumpridas de acordo com a confiabilidade necessária;

b) as instalações possam ser operadas com segurança dentro dos limites operacionais durante toda a sua vida;
c) o SNA possa ser descomissionado seguramente; e
d) os impactos acarretados ao meio ambiente sejam minimizados. *op. cit.*

6.2.6.1.4 Interfaces da segurança nuclear com a proteção física

Medidas de segurança nuclear, as medidas de proteção física devem ser implantados de maneira integrada, de modo que um não comprometa o outro. *op. cit.*

Conforme CNEN (2011), Proteção Física é o conjunto de medidas destinadas a evitar atos de sabotagem contra materiais, equipamentos e instalações; a impedir a remoção não autorizada de material, em especial, nuclear; a prover meios para rápida localização e recuperação de material desviado e para a defesa do patrimônio e da integridade física do pessoal de uma Unidade Operacional.

6.2.6.1.5 Práticas de engenharia comprovadas

Itens importantes para a segurança do submarino e das IIE devem ser projetados de acordo com os códigos e normas nacionais e internacionais pertinentes.

Normas, códigos e padrões (nacionais ou internacionais) referentes aos itens do projeto relativos à segurança nuclear deverão ser avaliados e determinada sua aplicabilidade, adequação e suficiência, e deverão ser suplementados ou modificados caso necessário para assegurar que seja proporcionada a qualidade requerida pela função de segurança respectiva. (IAEA, 2012).

6.2.6.1.6 Provimento para construção

Itens importantes para a segurança do SNA e das IIE devem ser concebidos de modo que possam ser fabricados, construídos, montados, instalados e posicionados de acordo com os processos estabelecidos para assegurar o cumprimento das especificações de projeto e do nível de segurança exigido. *op. cit.*

6.2.6.1.7 Recursos para facilitar o gerenciamento de rejeitos e descomissionamento

Atenção especial deve ser dada na fase de concepção do conjunto SNA + IIE para a incorporação de funcionalidades a fim de facilitar o gerenciamento de rejeitos e o futuro descomissionamento. *op. cit.*

6.2.6.2 Requisitos de Projeto - Base de projeto

6.2.6.2.1 Categorias de estados do conjunto SNA + IIE

Devem ser identificados e agrupados os estados da instalação em um número limitado de categorias, principalmente em função de sua freqüência de ocorrência:

a) operação normal;
b) ocorrências operacionais esperadas (durante toda a vida útil do SNA e das IIE);
c) acidentes de base de projeto; e
d) condições adicionais de projeto, incluindo acidentes com significativa degradação do núcleo. *op. cit.*

6.2.6.2.2 Base de projeto de itens importantes para a segurança

Deve ser especificado para esses itens a capacidade necessária, confiabilidade e funcionalidade para os estados operacionais relevantes, para condições de acidente e para condições decorrentes de perigos internos e externos, para atender a critérios de aceitação específicos durante a vida útil do SNA e das IIE. *op. cit.*

6.2.6.2.3 Limites do projeto

Deve ser especificado um conjunto de limites de projeto consistentes com os parâmetros físicos fundamentais de cada item importante para a segurança cobrindo todos os estados operacionais e condições de acidente. *op. cit.*

6.2.6.2.4 Eventos iniciadores postulados

No projeto deve-se aplicar uma abordagem sistemática para a identificação de um conjunto abrangente de eventos iniciadores a serem postulados tal que se deve levar em consideração:

a) todos os eventos previsíveis com potencial de acarretar consequências graves; e
b) todos os eventos previsíveis com frequência de ocorrência significativa, tornando-os, assim, eventos antecipados (esperados). *op. cit.*

6.2.6.2.5 Perigos internos e externos

Todos os perigos internos e externos previsíveis, incluindo o potencial de eventos induzidos pela ação humana que direta ou indiretamente afetam a segurança do conjunto SNA + IIE devem ser identificados e os seus efeitos devem ser avaliados. Perigos devem

ser considerados na determinação dos eventos iniciadores postulados e cargas geradas de projeto daqueles itens relevantes importantes para a segurança. *op. cit.*

6.2.6.2.6 Normas de engenharia para o projeto

Devem ser especificadas as normas de engenharia aplicadas no projeto de itens importantes para a segurança, que deve respeitar os códigos e normas nacionais ou internacionais pertinentes e as práticas de engenharia comprovadas, e ser levada em consideração a sua relevância para a tecnologia de energia nuclear. *op. cit.*

6.2.6.2.7 Acidentes de Base de Projeto - ABP

Conjunto de condições de acidentes a serem determinados para o projeto, que são decorrentes de eventos iniciadores postulados, com o propósito de estabelecer as condições de contorno do conjunto SNA + IIE em relação ao suporte de ações desfavoráveis sem que sejam ultrapassados os limites aceitáveis de proteção radiológica. *op. cit.*

6.2.6.2.8 Condições adicionais de projeto

Conjunto de condições adicionais de projeto deve ser obtido da base de decisões de engenharia, avaliações determinísticas e avaliações probabilísticas, com o objetivo de melhorar a segurança do conjunto SNA+IIE pelo reforço da capacidade de suportar acidentes mais graves do que aqueles que fazem parte da base de projeto (ou envolvem falhas adicionais), sem ocorrência de consequências radiológicas inaceitáveis.

Esse conjunto deverá ser usado na identificação de cenários de acidentes adicionais no projeto para permitir o planejamento de meios para a prevenção de tais acidentes ou mitigação de suas consequências, em caso de ocorrência dos mesmos. *op. cit.*

6.2.6.2.9 Separação física e independência dos sistemas de segurança

A interferência entre sistemas de segurança ou entre elementos redundantes de um sistema deve ser impedida por meios tais como a separação física, isolamento elétrico, independência funcional e independência de comunicação (transferência de dados), apropriadamente. *op. cit.*

6.2.6.2.10 Confiabilidade dos itens importantes para a segurança

A confiabilidade de itens importantes para a segurança deve ser compatível com o seu significado de segurança. *op. cit.*

6.2.6.2.11 Falhas de causas comuns

O projeto de equipamentos deve levar em consideração a possibilidade de ocorrência de falha de causa comum em itens importantes para a segurança, a fim de determinar como devem ser aplicados os conceitos de diversidade, redundância, separação física e independência funcional para alcançar a confiabilidade necessária. *op. cit.*

De acordo com PERSHAGEN (1989), p. 130, o princípio da redundância pode ser aplicado para aumentar a disponibilidade dos sistemas de segurança, ou seja, conforme se multiplicam os sistemas, aumenta-se a disponibilidade global, evitando-se que falhas simples em componentes acarretem falha total no sistema. Porém, as falhas de causa comum podem levar o sistema à falha total no cumprimento de sua tarefa. Por exemplo, o Sistema de Resfriamento de Emergência do Núcleo do Reator é formado por diversos subsistemas que possuem funcionamento independente um do outro, e cada subsistema (para aqueles que são duplicados) possui a capacidade suficiente de cumprir a tarefa do sistema por si próprio.

Falhas de causa comum podem ser causadas por um evento externo, defeito de fabricação ou erro de manobra na operação. Podem ser consideradas falhas de causa comum aquelas que se propagam quando a falha de um componente acarreta mudança nas condições e no ambiente a tal ponto que outros componentes sejam afetados, *op. cit.*, p. 422.

Na análise de árvore de falhas, em visita às instalações, em entrevista com operários da manutenção e operação, etc. podem ser identificadas as dependências existentes. Após realizadas as modificações necessárias nas árvores de falhas, as novas probabilidades são estimadas para os componentes considerados com a utilização de um modelo paramétrico. Outra forma de localizar dependências é a utilização de programas computacionais para buscar dependências entre os cortes mínimos das árvores de falha, *ibid.*

A fraqueza da análise das árvores de falha está na falta de dados para validação dos modelos paramétricos. Essa fraqueza pode ser mitigada por meio de análise de sensibilidade, na qual variam-se parâmetros do modelo, ou modelos alternativos são usados. Em alguns casos é justificada a eliminação da dependência por segregação física ou diversificação, *ibid.*

Segregação física é a separação de sistemas, estruturas, componentes em ambientes físicos distintos, como, por exemplo, uma rede de incêndio com ramais conduzidos em compartimentos diferentes para alimentar um mesmo ponto. A segregação física de sistemas redundantes acarreta proteção contra os efeitos de condições ambientais adversas e de eventos externos, *op. cit*, pp. 130-131.

A diversificação significa que uma função de segurança particular possa ser cumprida por dois ou mais sistemas baseados em distintos princípios físicos de ação, reduzindo assim a possibilidade de ocorrência de falhas sistemáticas. Por exemplo: o desligamento do reator nuclear pode ser feito pela introdução de barras de controle no núcleo ou por injeção de boro no núcleo. Assim, é reduzida, inclusive, a influência de deficiências originadas no projeto e fabricação, *ibid.*

6.2.6.2.12 Critério de falha única

Tal critério deve ser aplicado a cada grupo de segurança incorporado no projeto. A falha única é a falha resultante da perda de capacidade de um sistema ou componente em realizar sua(s) função(ões) de segurança e quaisquer falhas decorrente dessa. A aplicação desse critério a um sistema implica que ele deverá ser capaz de realizar sua tarefa na presença de uma falha simples. (IAEA, 2012).

Segundo IAEA (2007), falha simples (*single failure*) é a falha que resulta na perda de capacidade de um sistema ou componente cumprir sua(s) função(ões) de segurança, bem como quaisquer falhas decorrente desta.

6.2.6.2.13 Falha segura

O conceito de falha segura (*fail-safe*) deve ser incorporado no projeto de sistemas e componentes importantes para a segurança de modo apropriado.

Sistemas e componentes importantes para a segurança devem ser projetados para apresentar um comportamento de falha segura, o que implica na realização das respectivas funções de segurança mesmo na presença de falha ou de falha de seus recursos de apoio associados. (IAEA, 2012).

6.2.6.2.14 Sistemas de serviços

Devem assegurar que os equipamentos que fazem parte de um sistema importante para a segurança estarão em condição de operação, e devem ser classificados apropriadamente.

O grau de confiabilidade, redundância, diversidade e independência de um sistema de serviço, bem como os recursos aplicados para seu isolamento devem ser compatíveis com a significância do sistema de segurança interligado a ele. *op. cit.*

6.2.6.2.15 Limites operacionais e as condições de operação segura

O projeto deve estabelecer um conjunto de limites operacionais e as condições para a operação segura do SNA + IIE. *op. cit.*

6.2.6.3 Requisitos de Projeto - Análise de Segurança

De acordo com IAEA (2012), a análise de segurança do projeto do conjunto SNA+IIE deve ser conduzida por ambos os métodos (determinístico e probabilístico), e deve ser aplicada para permitir que os desafios a serem enfrentados pela segurança para as diversas categorias de estados da instalação possam ser avaliados. Vide Seção 6.5.2 desta dissertação.

6.2.6.4 Requisitos de Projeto para o Sistema de Resfriamento do Reator

6.2.6.4.1 Projeto dos sistemas de resfriamento do reator

Os componentes dos sistemas de resfriamento do reator da IPN e das IIE devem ser projetados e construídos de forma que seja minimizado o risco de falhas devido:

a) à qualidade inadequada dos materiais;
b) padrões de projeto inadequados;
c) capacidade insuficiente para inspeção; e
d) qualidade inadequada de fabricação. *op. cit.*

6.2.6.4.2 Remoção do calor residual do núcleo do reator

Devem ser providos meios (pelo próprio SNA e pelas IIE) para a remoção do calor residual do núcleo do reator a partir do estado de desligamento da IPN do submarino de modo que os limites de projeto para os elementos combustíveis, a pressão na barreira física de confinamento do refrigerante e estruturas importantes para a segurança não sejam excedidos. *op. cit.*

6.2.6.4.3 Troca de calor no condensador final

Devem ser providos meios de realizar transferência do calor residual de itens importantes para a segurança da IPN do SNA para um condensador final. Esta função deve ser realizada com níveis muito elevados de confiabilidade para todos os estados do SNA e das IIE. *op. cit.*

6.2.6.5 Requisitos de Projeto para o Sistema de Contenção

6.2.6.5.1 Sistema de Contenção do reator

Deve ser provido um sistema de contenção para assegurar ou para contribuir para o cumprimento das seguintes funções de segurança da IPN do submarino:

a) confinamento de substâncias radioativas em estados operacionais e em condições de acidente;
b) proteção do reator contra eventos externos naturais e eventos induzidos pela ação do homem; e
c) proteção contra radiação em estado de operação normal e em condição de acidente. *op. cit.*

6.2.6.5.2 Controle de liberações radioativas a partir da contenção

O projeto de contenção deve ser tal que seja assegurado que qualquer liberação de material radioativo da IPN do submarino para as IIE e para o meio ambiente seja tão baixa quanto razoavelmente possível (ALARA), e esteja abaixo dos limites autorizados (para descargas em estado de operação normal) e abaixo dos limites aceitáveis (para condição de acidente). *op. cit.*

6.2.6.5.3 Isolamento de contenção

Cada rede que penetra na contenção do reator nuclear da IPN do submarino, como, por exemplo, parte da barreira física de confinamento do refrigerante, ou o que está conectado diretamente à atmosfera contida deverá ser confiável e automaticamente fechada de maneira hermética na condição acidental em que a estanqueidade da contenção seja essencial para a prevenção de liberações radioativas ao meio ambiente que excedam os limites aceitáveis. *op. cit.*

6.2.6.5.4 Acesso à contenção

O acesso do pessoal de operação ao interior da contenção do reator nuclear do SNA deve ser realizado através de câmaras pressurizadas equipadas com portas estanques em ambos os lados para garantir que pelo menos uma das portas esteja fechada durante a operação a potência do reator e nas condições de acidente. *op. cit.*

6.2.6.5.5 Controle de condições de contenção

Devem ser providos meios de controle de pressão e temperatura no interior da atmosfera da contenção do reator do submarino, e de controle do aumento da quantidade de produtos de fissão ou outras substâncias gasosas, líquidas ou sólidas que possam ser liberados no interior da contenção e que poderiam afetar o funcionamento de sistemas importantes para a segurança. *op. cit.*

6.2.6.5.6 Sistema de Proteção

Deve ser provido um sistema de proteção na IPN e nas IIE com capacidade de detectar condições inseguras e iniciar ações de segurança automaticamente para acionamento dos sistemas de segurança necessários para alcançar e manter o conjunto sob condição segura. *op. cit.*

6.2.6.5.7 Separação dos sistemas de proteção e sistemas de controle

O projeto deve prevenir a interferência entre sistemas de proteção e os demais sistemas de controle do conjunto SNA + IIE por meios de separação, evitando-se interconexões, ou por independência funcional adequada. *op. cit.*

6.2.6.5.8 Sala de controle

Deve ser provida uma sala de controle pela qual a IPN do submarino possa ser operada com segurança em todos os estados operacionais, automática ou manualmente, e a partir da qual possam ser tomadas medidas para manter a IPN em estado seguro ou para trazê-la de volta a um estado seguro após ocorrências operacionais previstas ou condição de acidente. *op. cit.*

6.2.6.5.9 Sala de controle Suplementar

Instrumentação e controle de equipamentos devem ser mantidos à disposição, preferencialmente em um único local (sala de controle suplementar) que é física, elétrica e

funcionalmente separada da sala de controle da IPN. Essa sala de controle suplementar deve ser equipada de tal forma que possa:

a) manter o reator no estado desligado;
b) remover o calor residual; e
c) monitorar as variáveis essenciais da IPN em caso de haver perda de capacidade para executar essas funções essenciais de segurança na sala de controle. *op. cit.*

6.2.6.5.10 Centro de Controle de Emergência

Deve ser previsto um centro de controle de emergência no local, separado tanto da sala de controle da instalação e da sala de controle suplementar, a partir do qual uma resposta de emergência possa ser dirigida ao conjunto SNA + IIE. *op. cit.*

6.2.6.6 Requisitos de Projeto para o Sistema de Suprimento de Energia de Emergência

A fonte de alimentação de emergência das Instalações Industriais Especiais deve ser capaz de fornecer a potência necessária nas ocorrências operacionais previstas e nas condições de acidentes, nos eventos de perda de fornecimento de energia *off-site*. *op. cit.*

6.2.6.7 Requisitos de Projeto para o Sistema de Apoio e Sistemas Auxiliares

6.2.6.7.1 Sistemas de transporte de calor

Os sistemas auxiliares devem prover apropriada remoção de calor de sistemas e componentes da IPN do submarino que devem exercer suas funções em estados operacionais ou em condição de acidente. *op. cit.*

6.2.6.7.2 Sistemas de amostragem de processos e sistemas de amostragem pós-acidente

Devem ser previstos, com capacidade de exercer suas respectivas funções em tempo hábil os:

a) sistemas de amostragem de processos; e
b) sistemas de amostragem pós-acidental,

a fim de determinar-se a concentração de radionuclídeos em:

a) sistemas de processos fluidos; e
b) amostras gasosas ou líquidas tomadas de sistemas ou do meio ambiente

para todos os estados operacionais e em condição de acidente. *op. cit.*

6.2.6.7.3 Sistemas de ar comprimido

A base do projeto para qualquer sistema de ar comprimido que serve um item importante para a segurança na usina nuclear deve especificar a vazão de ar, e a qualidade do ar fornecido. *op. cit.*

6.2.6.7.4 Sistemas de ar condicionado e sistemas de ventilação

Sistemas de ar condicionado, aquecimento de ar , refrigeração de ar e ventilação devem ser fornecidos de forma apropriada para salas auxiliares ou outras áreas do conjunto SNA + IIE, de modo a manter as condições ambientais necessárias para sistemas e componentes importantes para segurança em todos os estados da instalação nuclear. *op. cit.*

6.2.6.7.5 Sistemas de proteção contra incêndio

Devem ser previstos sistemas de proteção contra incêndio em todo o conjunto SNA + IIE, que inclua:

a) sistemas de detecção de incêndio;
b) sistemas de extinção de incêndio;
c) sistemas de barreiras de contenção de incêndio; e
d) sistemas de controle de fumaça. *op. cit.*

6.2.6.7.6 Sistemas de iluminação

Deve ser prevista iluminação adequada em todas as áreas operacionais do conjunto SNA + IIE para todos os estados operacionais e condições de acidente. *op. cit.*

6.2.6.7.7 Equipamentos de elevação de carga

Devem ser previstos equipamentos de elevação de carga, como guindastes, pontes e/ou pórticos rolantes, etc. específicos para movimentar verticalmente itens importantes para a segurança nuclear. *op. cit.*

6.2.6.8 Requisitos de Projeto para os Sistemas de Conversão de Energia

O projeto do sistema de fornecimento de vapor e do sistema de fornecimento de água e turbo-geradores deve assegurar que os limites de projeto da barreira de pressão do refrigerante não será excedido em estados operacionais ou em condições de acidente. *op. cit.*

6.2.6.9 Requisitos de Projeto para os Sistemas de Gerenciamento de Rejeitos

6.2.6.9.1 Sistemas de tratamento e controle de rejeitos

Deverão ser previstos sistemas para o tratamento de rejeitos sólidos e líquidos de forma a manter as quantidades e concentrações das liberações radioativas abaixo dos limites autorizados, de acordo com o princípio ALARA. *op. cit.*

6.2.6.9.2 Sistemas de tratamento e controle de efluentes

Deverão ser previstos sistemas para o tratamento de rejeitos líquidos e gasosos de forma a manter as quantidades e concentrações das descargas radioativas abaixo dos limites autorizados, de acordo com o princípio ALARA. *op. cit.*

6.2.6.10 Requisitos de Projeto para os Sistemas de Manuseio de Elementos Combustíveis

Os sistemas de manipulação e de armazenamento de elementos combustíveis devem garantir que a integridade e as propriedades do combustível sejam mantidas em todos os momentos durante o manuseio e armazenamento dos elementos combustíveis. *op. cit.*

6.2.6.11 Requisitos de Projeto para a Proteção Radiológica

6.2.6.11.1 Projeto da proteção radiológica

Devem ser tomadas medidas para assegurar que as doses para o pessoal de operação tanto do SNA como das IIE sejam mantidas abaixo dos limites de dose, segundo o princípio ALARA, e que as restrições de dose relevantes foram levadas em consideração. *op. cit.*

6.2.6.11.2 Meios de monitoração das radiações

Devem ser providenciados equipamentos no conjunto SNA+IIE para assegurar que seja realizada adequada monitoração das radiações em estados operacionais e em condições de acidente de base de projeto, e, na medida do possível, em condições adicionais de projeto. *op. cit.*

6.2.7 Requisitos específicos para o projeto das Instalações Industriais Especiais

Nesta seção será apresentada a parte da base de requisitos para desenvolvimento de projetos de Instalações Industriais Especiais que foi inspirada pelas instalações de apoio do N.S. Savannah, à luz do atendimento às necessidades do Submarino Nuclear de Ataque. É de se frisar que os princípios e requisitos de segurança nuclear apresentados anteriormente aplicam-se a todos os demais requisitos de projeto. Tabelas relacionadas ao processo de elaboração dos requisitos a seguir encontram-se no Anexo a esta dissertação.

6.2.7.1 Processo de elaboração da base de requisitos específicos para o projeto de IIE

O conjunto de requisitos abaixo apresentado foi elaborado por meio de um processo de avaliação das Instalações de Apoio Logístico (IAL) do N.S. Savannah (descritas no Capítulo 5) à luz das considerações/requisitos do apoio logístico do Submarino Nuclear de Ataque (apresentadas no Capítulo 4).

O processo de avaliação, descrito em detalhes no Anexo, englobou as seguintes etapas:

Etapa 1: preliminarmente, foram elaboradas duas tabelas, apresentadas no Anexo. A Tabela A1 do Anexo contém o registro das informações das IAL do N.S. Savannah, e a Tabela A2 do Anexo, por sua vez, contém o registro das considerações /requisitos do apoio logístico do SNA.

Etapa 2: em seguida, realizou-se a correspondência entre o registro das informações sobre as IAL do N.S. Savannah para cada registro de considerações/requisitos do apoio logístico do SNA por meio do critério de julgamento, formado pelas três regras apresentadas abaixo:

a) A informação do IAL do N.S. Savannah deve ser aplicável ao contexto da consideração/requisito do SNA em análise;
b) A informação do IAL do N.S. Savannah deve possuir caráter geral de modo a evitar o embargo de uma futura solução de projeto.

O resultado dessa correspondência é apresentado na Tabela A4.1, Tabela A4.2, Tabela A4.3 e Tabela A4.4 do Anexo.

Etapa 3: com base nos conhecimentos adquiridos, realizou-se uma proposta de sistemas para compor um modelo de Instalações Industriais Especiais, bem como os respectivos inter-relacionamentos, a título de estimativa inicial (vide Figura 6.1.6) , a ser confirmada na próxima etapa.

Etapa 4: a Tabela A3 apresenta informações sobre as IAL do N.S. Savannah que correspondem a cada consideração/requisito do SNA. Nesta etapa, realizou-se uma associação plurívoca dessas informações a cada sistema constituinte da proposta inicial de modelo de IIE. Ou seja, uma informação pode estar relacionada a mais de um sistema. O resultado dessa classificação consta da Tabela A5 do Anexo.

Etapa 5: Uma vez que as informações das IAL do N.S. Savannah correspondentes a cada necessidade do SNA, por assim dizer, estão associadas ao conjunto de sistemas proposto, realizou-se a organização dessas informações (constantes da Tabela A5 do Anexo) por sistema, resultando na Tabela A6, do Anexo.

Etapa 6: finalmente, cada informação da Tabela A6 foi usada como sugestão para a elaboração dos requisitos específicos das IIE.

Observação: o processo de elaboração de tal conjunto de requisitos objetivou a obtenção de uma solução fundamentada em instalações de natureza similar, construídas e operadas anteriormente, e que promoveram o apoio a um navio de propulsão nuclear por um período de uma década. Não houve preocupação em demonstrar que solução obtida seria ótima ou única.

6.2.8 Apresentação dos requisitos específicos para o projeto de IIE

Os requisitos encontram-se a seguir organizados de acordo com os sistemas anteriormente propostos na Seção 6.1.6.

6.2.8.1 Sistema de Manutenção e Reparo (SMR)

Deverão ser previstas estruturas marítimas para atracação de embarcações, como cais e píeres, e de um local para atracação de embarcações de apoio à manutenção, tal como o flutuante N.S.V. Atomic Servant, que recebia o combustível usado do N.S. Savannah.

6.2.8.2 Sistema de Encalhe e Docagem (SED)

Provimento dos meios necessários para posicionamento de navios em plataforma seca, como doca seca, carreira, "hidrolift" (constituído por um sistema de eclusa e doca(s) seca(s)) ou equipamentos de elevação, como o "shiplift".

Previsão de áreas livres para recebimento do submarino ou parte dele com a finalidade de realização dos serviços de manutenção, áreas para construção de almoxarifados equipados com as ferramentas adequadas na quantidade necessária.

Previsão de recursos adicionais como rebocadores, pórticos rolantes ou guindastes, equipe treinada e qualificada, e com pleno acesso ao plano de docagem do navio, planejamento dos serviços, etc. Em longo prazo, devem ser previstos meios para posicionamento do navio em local seco para atuação no descomissionamento do navio na época prevista, incluindo previsão de modernização e adaptação, se necessário, e possível adequação às novas tecnologias e normas da ASN.

No projeto estrutural do local seco onde será posicionado o submarino, deverão ser considerados meios para suportar maiores esforços na região onde se encontra o compartimento do reator, e, na fase de operação, deverá ser previsto um arranjo especial do picadeiro, devido ao peso da blindagem, na seção do compartimento do reator, e que deve fazer parte do plano de docagem do navio. No mais, o posicionamento do navio em local seco deve ocorrer de forma semelhante àquela executada para um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes.

Para realização de procedimentos de descontaminação, deverão ser previstos meios em local seco onde será posicionado o submarino, mesmo sabendo que a probabilidade de ocorrência de contaminação nessa área deverá ser muito pequena.

6.2.8.3 Sistema de Manutenção Convencional (SMC)

Um almoxarifado coberto e protegido deverá ser previsto para armazenamento de todas as peças sobressalentes necessárias para a execução dos reparos planejados, com área de recebimento, inspeção e armazenamento que permita adequado controle de estoque. Ainda, deverá existir procedimentos para verificação da quantidade de peças sobressalentes e materiais necessários para o emprego nos serviços previstos de manutenção convencional, a fim de evitar atrasos nos serviços.

As oficinas para a realização de serviços em partes convencionais do submarino ou de demais embarcações e flutuantes devem estar equipadas com ferramentas adequadas e mão de obra adequadamente treinada e em quantidade suficiente para a realização dos serviços de manutenção planejados.

Devem ser previstos meios de verificação do confinamento de todas as estruturas, sistemas e componentes que possuam contato com material radioativo antes do início dos serviços que deverão ocorrer nas áreas convencionais.

6.2.8.4 Sistema de Manutenção Nuclear (SMN)

Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação dos rejeitos e sistemas vinculados, sob condição normal, tais como:

a) acondicionamento e transporte em embalagens;
b) descarga por diluição ou dispersão de acordo com os limites estabelecidos pela ASN e;
c) processo natural de decaimento radioativo.

Além disso, sob todas as condições de operação, devem existir meios para concentrar o material particulado radioativo dos componentes do sistema de gerenciamento de rejeitos (como filtração e troca iônica), e meios para agrupar rejeitos radioativos sólidos para posterior deposição, sob condição normal.

No local da realização da troca / recarga de combustível, deverão estar à disposição os meios necessários para a realização dos serviços, como guindastes, pórticos rolantes, bem como meios para posicionar o SNA e embarcações / flutuantes de apoio a fim de garantir a realização dos serviços necessários. Sobre os equipamentos usados na troca de combustível, devem ser previstos meios para a sua manutenção, armazenamento durante o período entre recargas.

No projeto da instalação de posicionamento do navio em local seco (doca seca, etc) deverão ser considerados meios para a realização de troca / recarga de combustível, como, por exemplo, um contêiner blindado que pode se deslocar horizontalmente e ser posicionado sobre a escotilha de acesso ao núcleo do reator nuclear.

Previsão de área para armazenamento e oficinas para manutenção dos equipamentos usados no serviço de troca de combustível, bem como de oficinas para a realização de serviços nos sistemas nucleares do navio ou demais embarcações de apoio relacionadas.

Previsão de guindastes, pórticos rolantes, pontes rolantes e outros aparelhos de elevação de carga, e de veículo para transporte horizontal, em geral sobre trilhos para atendimento dos serviços de manutenção das partes nucleares.

Previsão de almoxarifado coberto e protegido para armazenamento de todas as peças sobressalentes necessárias para a execução dos reparos planejados nos sistemas nucleares, com área de recebimento, inspeção e armazenamento que permita adequado controle de estoque. Sistemas para a verificação do estoque de sobressalentes para os sistemas nucleares, além de ferramentas, equipe de pessoal treinada e qualificada, áreas

preparadas para receber o navio e procedimentos documentados, de modo a minimizar a probabilidade de ocorrências indesejáveis no período de manutenção devem ser previstos.

Conforme o caso, área de posicionamento de flutuantes ou outras embarcações de apoio aos sistemas nucleares em local próximo à plataforma seca onde está prevista a realização de manutenção do submarino, devem ser considerados na fase de projeto.

Previsão de programa de treinamento da equipe responsável pelos serviços de manutenção dos sistemas nucleares.

Previsão de meios de monitoração de todos os sistemas nucleares dos seguintes locais, em especial das área de:

a) realização da troca de combustível;
b) manutenção do sistema primário; e
c) transferência de rejeitos radioativos.

6.2.8.5 Sistema de Troca e Recarga (STR)

Previsão de áreas e respectivas instalações (por exemplo: guindastes, pórticos rolantes, pontes rolantes e outros aparelhos de elevação de carga, veículo de transporte horizontal sobre trilhos) a serem usadas nas operações de troca de combustível, inclusive de área livre para a movimentação de tais equipamentos.

Deverão ser providenciados meios para garantir a disponibilidade das instalações usadas para a realização da troca de combustível, bem como a qualificação e treinamento de pessoal para sua atuação de acordo com o planejamento dos serviços de troca de elementos combustíveis. Deverá fazer parte da qualificação de pessoal para as operações de troca de combustível a realização de treinamento no simulador, de acordo com um programa pré-estabelecido. Também, deve ser considerado em projeto a previsão de área para a realização de testes no equipamentos de troca de combustível, incluindo manutenção e de verificação dos procedimentos de troca e recarga de combustível.

Deverá ser previsto um simulador constituído, basicamente, por um modelo em escala real do vaso do reator destinado ao treinamento do pessoal para garantir maior segurança durante a operação, além de otimizar o emprego da mão-de-obra durante a troca / recarga. Tal simulador poderá ser instalado no edifício de manutenção, tal como nas instalações do N.S. Savannah.

Previsão de meios de monitoração dos sistemas nucleares durante a operação de troca de combustível, com reator desligado, sob condições normais ou acidentais, da melhor forma possível.

Previsão, a longo prazo, do preparo dos meios empregados na troca de combustível para atuação no descomissionamento do navio na época prevista, incluindo previsão de modernização e adaptação, se necessário, e possível adequação às novas tecnologias e normas da ASN.

6.2.8.6 Sistema de Armazenamento de Combustível Novo (SACN)

Provimento de meios para a realização do manuseio e armazenamento adequado dos elementos combustíveis novos de modo a evitar formação de massa crítica. O espaço para armazenamento e inspeção de elementos combustíveis novos deve possuir características para atender à demanda da troca.

Previsão de meios para transportar os elementos combustíveis novos de seu local de armazenamento para o SNA, como veículos sobre trilhos, guindastes, gruas, pontes rolantes, pórticos rolantes, etc.

6.2.8.7 Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator (SACR)

Provimento de meios para a realização do manuseio e armazenamento dos elementos combustíveis removidos do reator a fim de remover adequadamente seu calor residual. Para tanto embalagens adequadas para a contenção dos elementos combustíveis usados de forma a conter os elementos radioativos, permitir a dissipação de calor residual (em piscina) e possibilitar a realização de monitoração devem ser previstas. Meios de conferir a esse sistema a capacidade de confinamento adequada para conter aqueles cujos revestimentos foram danificados deverão ser previstos.

A área para armazenamento de elementos combustíveis usados deve ser dimensionada de tal forma que possa conter, no mínimo, a quantidade suficiente de uma carga completa, incluindo as barras de controle, e, ressalta-se que o armazenamento de elementos combustíveis usados e de elementos combustíveis novos deverá ocorrer em locais segregados.

Previsão de meios como guindastes, pontes rolantes, veículos sobre trilhos, embalagens, equipe treinada e qualificada para transporte dos elementos combustíveis usados do vaso do reator ao seu local de armazenamento.

Podem ser previstos meios para a remoção de elementos combustíveis do navio em qualquer outro local, contando, neste caso, com o apoio de flutuante de manutenção e outras embarcações de apoio.

Meios para a redução da atividade da água contaminada no interior das embalagens de elementos combustíveis usados devem ser previstos.

6.2.8.8 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos (SGR)

O SGR deverá possuir a capacidade de realizar o gerenciamento de rejeitos na forma de água radioativa; resina desmineralizadora radioativa; materiais sólidos radioativos; e componentes e equipamentos radioativos.

Deve possuir área para o adequado armazenamento temporário de rejeitos de alto nível e de baixo nível de radiação até a sua destinação final. Deve ser prevista, também, área para armazenamento de embalagens novas destinadas a confinar os rejeitos.

6.2.8.9 Sistema de Descontaminação (SD)

Os compartimentos constituintes desse sistema devem possuir confinamento adequado a fim de evitar fuga de radiação e de materiais radioativos para as áreas adjacentes.

Previsão de Lavanderia Quente para emprego na descontaminação de vestuário usado durante o serviço da equipe responsável pela realização de serviços nos sistemas nucleares. Essa lavanderia deverá estar em condição de operação em condições normais ou sob cenário acidental, e deve ser dotada de equipamentos para a detecção e medição de radiação, e meios para a realização da descontaminação do vestuário.

Um vestiário deverá ser previsto, que será destinado a atender os operários dos sistemas nucleares, para permitir a troca de roupa, e o uso de EPI. O vestiário deverá possuir armários e compartimento adjacente com chuveiros para assegurar o impedimento da propagação de partículas radioativas para as demais áreas. Deverão estar à disposição do pessoal que opera junto aos sistemas nucleares os EPI, como: macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, além do equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.

A área de armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, bem como os compartimentos dotados de chuveiros para descontaminação de pessoal, onde

haja acesso aos locais relacionados aos sistemas nucleares, devem permanecer acessíveis tanto em condição normal de operação com no caso de cenário acidental.

Sob cenário de acidentes, o pessoal deverá ter acesso ao local dos chuveiros para a realização do processo de descontaminação. Este compartimento deverá ser posicionado e projetado para operar inclusive nessas condições.

Em local seco (ex: doca seca) sobre o qual o navio (ou outras embarcações) serão posicionados deverá haver previsão de meios para a realização de processo de descontaminação, embora de rara probabilidade de ocorrência.

Previsão de área para a realização de descontaminação no submarino e embarcações ou flutuantes, além de partes ou peças mecânicas, e de meios, em condição normal ou acidental, para remover material radioativo particulado do submarino, embarcações de apoio, flutuantes, etc, bem como de todos os locais de realização de serviços em sistemas radiológicos. Devem ser previstos meios para a realização de transferência de rejeitos do navio (ou outras embarcações/flutuantes) para a instalação em terra.

O sistema de descontaminação deverá ser provido de meios para conduzir os efluentes para o Sistema de Gerenciamento de Rejeitos. As áreas do Sistema de Descontaminação, deverão possuir recursos para condução dos fluidos em direção às zonas de coleta, evitando-se o alastramento de partículas radioativas. As áreas destinadas à realização dos serviços de descontaminação, além do confinamento, devem ser projetadas de forma que permitam a passagem de equipamentos necessários para prestar apoio aos serviços, que podem ser grandes como guindastes, pontes rolantes, etc. Deverá ser prevista, ainda uma área para limpeza de ferramentas da equipe que atua nos sistemas nucleares.

Previsão de área livre, destinada à movimentação de contêineres e componentes contaminados por material radioativo e que necessitem passar por processo de descontaminação, inclusive, dotada de guindastes, pontes rolantes, veículos sobre trilhos, embalagens, equipe treinada e qualificada pra transporte de grandes peças, partes ou seções para a Área de Descontaminação.

Os tanques de coleta de fluidos contaminados deverão, preferencialmente, estar em níveis inferiores em relação ao pavimento principal da área de manutenção, assim como os equipamentos que constituem esse sistema.

Os meios usados para a transferência de rejeitos de baixo nível de radiação do submarino para a instalação em terra devem estar disponíveis durante o período de recarga de combustível e de manutenção dos sistemas radiológicos.

Previsão, a longo prazo, do preparo dos meios usados na transferência de rejeitos de baixo nível de radiação para atuação no descomissionamento do navio na época prevista, incluindo previsão de modernização e adaptação, se necessário, e possível adequação às novas tecnologias e normas da ASN.

6.2.8.10 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação (SRBR)

Devem ser providos meios de gerenciamento de rejeitos de baixo nível de radiação provenientes do submarino ou de embarcações de apoio, bem como de locais destinados À realização de serviços na área radiológica (oficinas, enfermaria de radioacidentados, etc), de áreas contaminadas e da lavanderia quente e de outras áreas que produzam rejeitos de baixo nível de radiação. Tal sistema envolve entre outros, filtros, tanques desmineralizadores, tanques de descarga, bombas de transferência e meios de ventilação e extração de gases.

O SRBR deverá possuir área adequada e suficiente para manter todos os rejeitos até a data de sua disposição, bem como área para o armazenamento temporário de embalagens de rejeitos de baixo nível de radiação. Além disso, deve ser considerada área adequada e suficiente para receber embalagens novas para futuros rejeitos radioativos.

Previsão de meios, instalações e equipamentos para receber, embalar e transferir rejeitos de baixo nível de radiação.

Não deverá existir conexão direta entre as tubulações contendo água radioativa e as demais, a fim de prevenir a contaminação cruzada.

Deverá ser previsto preparo do SRBR para atuação no período de descomissionamento, incluindo possível modernização e adaptação, caso se faça necessário, para adequação à futura tecnologia e às normas em vigor.

6.2.8.11 Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR

Provimento de meios para garantir a disponibilidade do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação do submarino, embarcações ou instalação em terra durante os períodos necessários (por exemplo, recarga de combustível e de manutenção dos sistemas nucleares).

Previsão de áreas e meios adequados ao gerenciamento de todos os rejeitos de alto nível de radiação, e também área adequada e suficiente para receber embalagens novas para próximos rejeitos radioativos.

O SRAR deve possuir mecanismos de retrolavagem da resina usada, além de meios, instalações e equipamentos para receber, embalar as resinas radioativas (tanque de resina, tanque para medida de resina e contêineres para embalagem), armazenar em local adequado até a sua disposição.

Previsão de meios como guindastes, pontes rolantes, veículos sobre trilhos, embalagens, equipe treinada e qualificada pra transporte de embalagens, principalmente na área do SRAR.

Deverá ser previsto preparo do SRAR para atuação no período de descomissionamento, incluindo possível modernização e adaptação, caso se faça necessário, para adequação à futura tecnologia e às normas em vigor.

6.2.8.12 Sistema de Serviços Essenciais (SSE)

Previsão de estruturas e instalações para interligação, como canaletas (abaixo do nível térreo) para redes de serviços, como energia elétrica, água, gás ou *racks* (suportes para tubulações e fiações elevados em relação ao nível térreo).

6.2.8.13 Sistema de Serviços Essenciais Convencional (SSEC)

Sistema que inclui rede de serviços de alimentação de energia elétrica, água, ar pressurizado, etc, para atendimento às oficinas, estruturas marítimas, prédios administrativos, etc, excetuando-se os sistemas nucleares.

6.2.8.14 Sistema de Serviços Essenciais Nuclear (SSEN)

O fornecimento de água para resfriamento para suprir o sistema de remoção de calor residual do submarino deve ser contínuo e na qualidade requerida (temperatura, vazão, etc), assim como os demais serviços essenciais, que deverão atender aos requisitos da IPN. Tais serviços devem ter seu funcionamento continuado inclusive sob condição de acidente.

A manutenção das instalações pertencentes ao Sistema de Serviços Essenciais Nucleares deve ser feita somente por pessoal treinado e qualificado, diferentemente do SSEC.

Provimento de rede de serviços de alimentação de energia elétrica, água, ar pressurizado, etc, para atendimento exclusivo dos sistemas de segurança do reator

envolvem redundância, segregação, diversidade e padrão de qualidade requerido pela segurança nuclear.

6.2.8.15 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional (SSSNC)

Deverá ser providenciada instalação para atendimento emergencial do pessoal que exerce suas atividades nas Instalações Industriais Especiais, de acordo com as normas em vigor no país.

6.2.8.16 Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica (SSSNR)

Deverá ser providenciada instalação de pronto socorro médico para atendimento de vítimas da radiação. Tal instalação de atendimento emergencial deverá incluir, além do local para a realização dos procedimentos médicos usuais, área para a realização de descontaminação, e deverá estar situada em local tão distante quanto possível da provável zona de isolamento, de modo que não precise ser evacuada durante a ocorrência de cenário acidental.

6.2.8.17 Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica (SMPR)

No projeto do SNA, deve-se atentar para a limitação do nível de radiação na parte externa do casco, no ponto mais desfavorável, e realizar a verificação desse nível antes da entrada do mesmo nas proximidades das instalações de apoio em terra.

Deve ser prevista a realização de:

a) monitoração de gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados, ou em tanques de processamento, antes da descarga de gases na atmosfera, a fim de evitar contaminação do meio ambiente;
b) monitoração de água proveniente do SRBR, antes da descarga no mar, garantindo que o nível de atividade esteja de acordo com os limites estabelecidos por lei, a fim de evitar contaminação do meio ambiente;
c) monitoração de água proveniente do SGR, antes da descarga no mar, garantindo que o nível de atividade esteja de acordo com os limites estabelecidos por lei, a fim de evitar contaminação do meio ambiente;
d) monitoração na aproximação do submarino das instalações em terra, e sempre que se fizer necessário;

e) monitoração e filtragem do ar exaurido de ambientes contaminados;
f) monitoração e controle do transporte de materiais radioativos pela água, a fim de aumentar a segurança contra o risco de contaminação; e
g) monitoração das atividades que envolvem emprego de material radioativo, em especial do SGR.

Os sistemas que lidam com atividades que envolvem o emprego do material radioativo devem possuir equipamentos, componentes e estrutura dotados de capacidade para resistir aos piores cenários, tais como o desempenho do confinamento, para que, em caso de ocorrência de acidente, possa haver mitigação de suas consequências.

Os demais sistemas deverão possuir instalações e procedimentos adequados para prevenir a dispersão de materiais radioativos (pela atmosfera, pela forma líquida ou sólida), além de manter um controle rigoroso das áreas sujeitas à contaminação. Deverão ser previstos meios para posicionamento de blindagem onde se fizer necessário no local seco onde o navio estiver assentado (doca seca, por exemplo), caso se faça necessário para a realização do confinamento da radiação.

Previsão da instalação de um Laboratório de Radioproteção - LR para prover suporte ao SMPR, e equipe qualificada para operar o Laboratório de Radioproteção, que deve ser responsável por: manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação do desempenho do confinamento, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação. Além disso, no projeto e planejamento das operações, deve ser prevista área para armazenar equipamentos de monitoração da radiação durante a sua realização.

Durante a operação de troca de combustível, deverá ocorrer monitoração dos níveis de radiação, para que providências sejam tomadas no caso de ocorrência de leituras acima do limite estabelecido em projeto, além de estruturas com blindagem adequada para prover o confinamento exigido durante as operações de troca de combustível.

A movimentação das embalagens de rejeitos do SNA ou de outras embarcações para o seu local de armazenamento em terra deve ocorrer concomitante aos serviços de monitoração dos níveis de radiação.

O projeto dos equipamentos dos sistemas deve ser tal que haja a máxima proteção contra dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida, e em caso de ocorrência de tal dispersão, meios pelos quais se possa mitigar os efeitos decorrentes.

Todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob controle rigoroso. Poderá ser previsto o uso de proteções descartáveis nos ambientes onde ocorrerá movimentação de partes envolvidas com emprego de materiais radioativos, para facilitar a atividade de descontaminação, onde se fizer necessário. No interior dos ambientes, o fluxo de ar deverá ser das áreas frias para as áreas quentes, a fim de conter a dispersão no ar de partículas contaminadas para fora dos compartimentos radiológicos, com monitoração ocorrendo conforme planejamento previamente elaborado; e meios adequados (por exemplo, válvulas) em posições convenientes para permitir retirada de amostras e análise química.

6.2.8.18 Sistema de Segurança Industrial (SSI)

Para as atividades que envolvem posicionamento do navio em local seco, na movimentação de cargas, serviços em locais elevados em relação ao solo, devem ser elaborados programas de qualificação e treinamento de pessoal baseados nas boas práticas das indústrias, nos manuais e nas normas, a fim de proteger a vida do operário e evitar acidentes. O projeto dos ambientes onde serão desempenhadas tais atividades deverá ser elaborado com foco na segurança, com provimento de guarda-corpos, sinalização visual e sonora, etc.

Para as atividades desenvolvidas nas oficinas, na operação de máquinas como prensas, calandras, etc, devem ser elaborados programas de qualificação e treinamento de pessoal baseados nas boas práticas das indústrias, nos manuais e nas normas, a fim de proteger a vida do operário e evitar acidentes. O projeto dos ambientes onde serão desempenhadas tais atividades deverá ser elaborado com foco na segurança, antecipando o fluxo de pessoal e de material para cada oficina e entre as oficinas, além de sinalização, etc.

Procedimentos de execução de cada tarefa a ser desempenhada, tendo em vista a segurança e saúde dos operários devem ser providenciados.

6.2.8.19 Sistema de segurança Nuclear (SSN)

O SSN deverá atuar junto ao Sistema 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.

No organograma do órgão licenciado, o gerente do SSN deverá encontrar-se imediatamente abaixo do responsável pela operação das Instalações Industrias Especiais, e no mesmo nível do Gerente da Qualidade, de preferência sem intermediários.

O SSN é responsável por fazer cumprir as exigências da Autoridade de Segurança Nuclear e incentivar a mentalidade de segurança nas instalações, e deverá contar com pessoal qualificado em diversas áreas, especialmente na área de segurança nuclear para compor o SSN. Ressalta-se que a equipe do SSN será encarregada de realizar o contato com a Autoridade de Segurança Nuclear.

6.2.8.20 Sistema de Proteção Física (SPF)

Deverão ser providenciados compartimentos para a realização de monitoração das áreas pertencentes às IIE e seus arredores. Tais compartimentos deverão estar ligados a uma rede de câmeras de vigilância convenientemente posicionadas.

Deverão ser providenciadas barreiras físicas (como cercas ou muros) no perímetro das instalações em terra, bem como internamente, para o controle de acesso; sensores de presença, detectores de fumaça e alarmes. Os sistemas de vigilância, de controle de acesso e de combate a incêndio poderão estar integrados, preferencialmente, desta forma deveriam ser providenciados meios para a ação do SPF, como: Grupo de Reação, formado por fuzileiros navais, emprego de cães, Grupo de Combate a Incêndio, formado por militares especializados, militares de serviço nas portarias e controle de acesso eletrônico.

Preferencialmente, o SPF deverá dispor de equipamentos de comunicação exclusivos e segregados da rede usada comumente pela instalação, a título de prover redundância, além de equipes constantemente treinadas e qualificadas.

O SPF deverá ser responsável por cultivar a mentalidade de proteção física a todos os demais setores das IIE.

6.2.8.21 Sistema da Garantia da Qualidade (SGQ)

No organograma do órgão licenciado, o Gerente da Qualidade deverá encontrar-se imediatamente abaixo do responsável pela operação do conjunto formado pelo Submarino Nuclear de Ataque e das Instalações Industrias Especiais, e no mesmo nível do Gerente Sistema de Segurança Nuclear, de preferência sem intermediários.

Esse sistema é responsável por emitir normas para Garantia da Qualidade com assessoria de representantes dos demais sistemas, orientar, fazer cumprir suas normas,

realizar auditorias e atuar juntamente com o representante do Sistema de Segurança Nuclear no contato com a ASN.

6.2.8.22 Requisitos que abrangem todos os sistemas

No projeto, deverá ser prevista área destinada à administração dos serviços e instalações, constituída por escritórios, biblioteca, arquivo técnico, centro de processamento de dados, área de material de limpeza, etc.

7 APLICAÇÃO DO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO COM INFORMAÇÃO DO RISCO

Neste capítulo é apresentado o conceito de Tomada de Decisão com Informação do Risco - TDIR, bem como os conceitos envolvidos e processos de aplicação, de acordo extratos da referência IAEA (2011). Apresenta-se, também, a forma como o processo TDIR pode ser aplicado pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN tanto em questões relativas às instalações nucleares como na condução de suas próprias atividades, conforme orientações extraídas de IAEA (2005).

Em seguida, é apresentada a implantação de processo de TDIR na avaliação de propostas de alterações na Base de Licenciamento de centrais nucleares por parte do Órgão Licenciado, por meio de extratos de USNRC (2011) - Guia Regulador emitido pela Comissão Nuclear Reguladora dos Estados Unidos da América (*U. S. Nuclear Regulatory Commission - NRC*).

Finalmente discute-se a aplicação do processo TDIR nas Instalações Industriais Especiais, à luz dos tópicos apresentados.

7.1 Tomada de Decisão com Informação do Risco (TDIR)

Nesta seção encontram-se trechos extraídos de IAEA (2011), salvo exceções, cujas referências encontram-se explicitamente citadas. O documento IAEA (2011) pertence à série INSAG de publicações a Agência Internacional de Energia Atômica. Conforme IAEA (2013), a série INSAG foi introduzida pela publicação de relatórios ao Diretor Geral da AIEA sobre assuntos relacionados com segurança pelo *International Nuclear Safety Group - INSAG* - Grupo Internacional de Segurança Nuclear, que envolve um conjunto independente de pessoas com notório saber, e estabelecido no ano de 1985.

7.1.1 Introdução

A Tomada de Decisão Integrada com Informação do Risco, como é denominada em IAEA (2011), é um processo sistemático cujo objetivo é realizar a integração entre as considerações de maior influência na segurança da instalação nuclear para embasar decisões a serem tomadas. Ressalta-se que os termos empregados pela referência mencionada: "Tomada de Decisão Integrada com Informação do Risco" e "Tomada de Decisão com Informação do Risco" são equivalentes nesta dissertação.

O emprego do processo TDIR tem por objetivo assegurar a otimização do processo de tomada das decisões que afetem a segurança nuclear sem acarretar limitações indevidas na condução da operação de uma instalação nuclear.

Em IAEA (2011) apresenta-se o emprego da TDIR com foco no contexto de centrais nucleares, incluindo seus respectivos sistemas de manuseio e armazenamento de elementos combustíveis, porém, realizando-se ajustes adequados, pode ser aplicada a outros tipos de atividades e instalações nucleares, inclusive em aplicações não nucleares. Os usuários primordiais da TDIR são: projetistas, operadores, equipe da Autoridade de Segurança Nuclear - ASN, indivíduos que provêm suporte à ASN e responsáveis pelas instalações.

7.1.2 Princípios a serem cumpridos no processo da TDIR

Os resultados da TDIR devem satisfazer aos seguintes princípios:

a) manutenção da Filosofia de Defesa em Profundidade - DEP;
b) manutenção de suficientes margens de segurança;
c) consideração de boas práticas da engenharia e da organização;
d) consideração de *insights* sobre a relevante experiência operacional, pesquisa e desenvolvimento, e metodologias no estado da arte;
e) garantia de adequada integração entre segurança e proteção física; e
f) satisfação das normas reguladoras relevantes. *Op. Cit.*

Nas centrais nucleares, as áreas de aplicação da TDIR incluem: projeto, licenciamento, fiscalização pela Autoridade de Segurança Nuclear, operação, manutenção, testes, treinamento de operadores, modificações, revisões periódicas de segurança, extensão de vida útil, localização (*siting*), planejamento de emergência, proteção física, segurança patrimonial e descomissionamento. *Op. Cit.*

A saber, de acordo com CNEN (2012), entende-se por Proteção Física o conjunto de medidas destinadas a evitar atos de sabotagem contra materiais, equipamentos e instalações; impedir a remoção não autorizada de material, em especial material nuclear; prover meios para rápida localização e recuperação de material desviado; defesa do patrimônio (segurança patrimonial) e da integridade física do pessoal de uma instalação.

7.1.3 Valores agregados em virtude da aplicação do processo TDIR

O processo de TDIR permite uma abordagem consistente, transparente e balanceada para atingir a meta da segurança nuclear, que inclui:

a) melhoria da segurança pelo aprimoramento da consciência dos fatores que influenciam na segurança;
b) redução da exposição à radiação, direcionando o foco para as áreas de risco mais significativas, diminuindo-se as atividades desnecessárias em áreas de alto nível de radiação;
c) aumento do desempenho da instalação, flexibilidade operacional, efetividade do custo de operações e redução de restrições do órgão regulador injustificadas; e
d) desenvolvimento de medidas de gerenciamento de acidentes e procedimentos para assegurar que os risco de ocorrência de acidentes de graves consequências sejam extremamente baixos. (IAEA, 2011).

7.1.4 Passos para a aplicação do processo de TDIR

O processo de TDIR engloba os seguintes passos (também ilustrados na Figura 7.1):

Passo 1 - em um processo de tomada de decisão deve-se definir claramente a questão a ser resolvida e as opções a serem consideradas;

Passo 2 - após definida a questão (relativa à segurança) devem ser levadas em conta todas as considerações tanto do órgão regulador quanto do órgão operador. As entradas (inputs) para a decisão precisam ser estabelecidos, o que inclui: padrões e boas práticas, experiência operacional, considerações determinísticas, considerações probabilísticas, considerações organizacionais e considerações de proteção física, etc;

Passo 3 - a importância de cada elemento depende da decisão tomada, e pode variar dependendo da questão a ser tratada. A decisão é elaborada tendo em vista o alcance do equilíbrio entre as diversas considerações realizadas;

Passo 4 - uma tentativa de decisão deve ser verificada por processo iterativo para constatar que todos os requisitos de segurança foram alcançados;

Passo 5 - implantação da decisão; e

Passo 6 - monitoração e, se necessário, a implantação de ações corretivas para assegurar a obtenção de um resultado desejado. *Op. Cit.*

7.1.5 Elementos chave do processo TDIR

Abaixo estão relacionados os elementos chaves do processo TDIR:

a) padrões e boas práticas;

b) experiência operacional;

c) considerações determinísticas;

d) considerações probabilísticas;

e) considerações organizacionais;

f) considerações de proteção física; e

g) outras considerações.

Dependendo da natureza e propósito da decisão e do período no qual a decisão deverá ser tomada, alguns desses elementos poderão deixar de ser avaliados. *Op. Cit.*

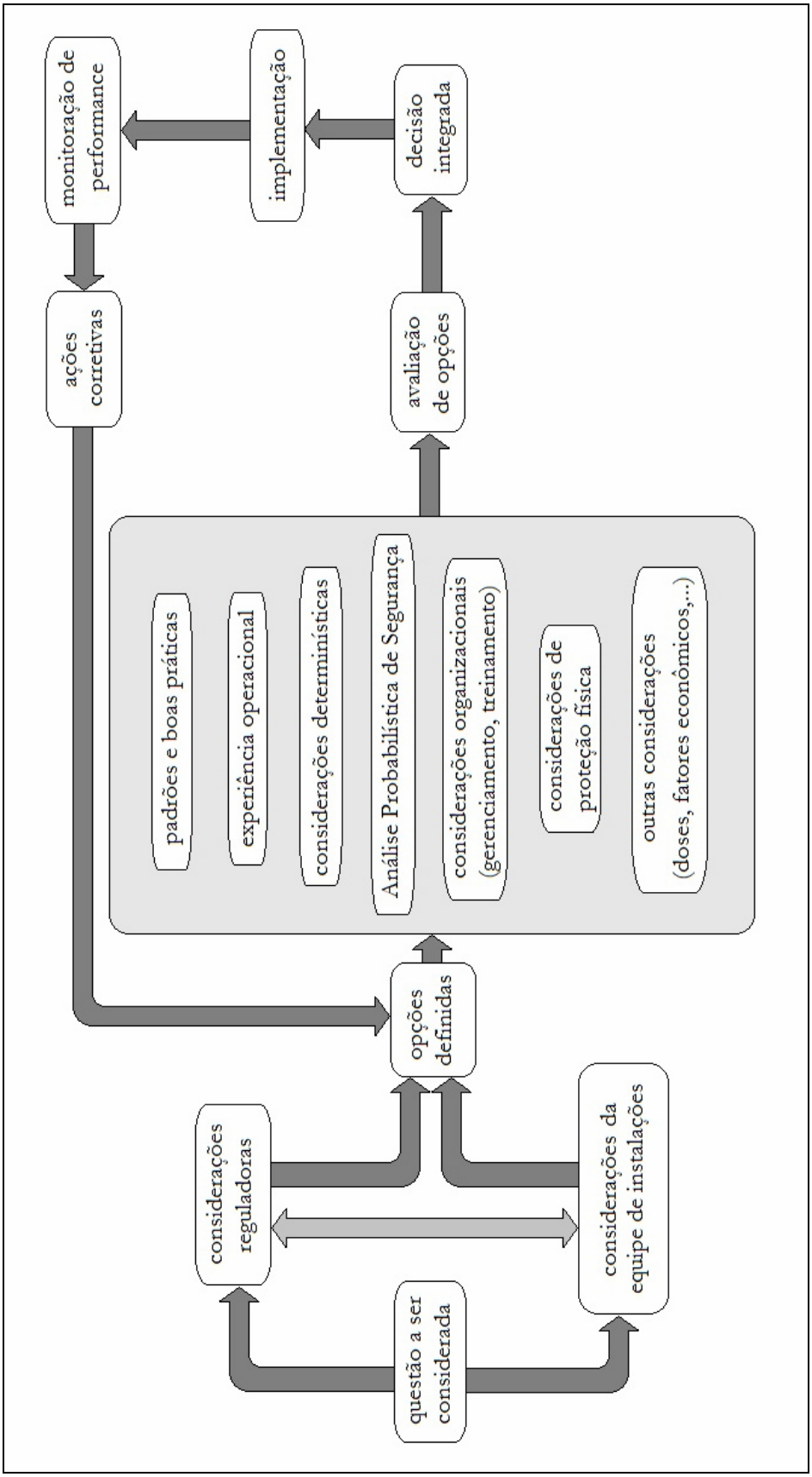

Figura 7.1 - Integração entre os elementos-chave do processo TDIR. Adaptado de IAEA (2011).

7.1.6 Considerações determinísticas

A TDIR deve ser consistente com os seguintes princípios determinísticos básicos que embasam o projeto e operação da instalação nuclear:

a) inclusão de requisitos para redução de perigos potenciais identificados tanto quanto praticável;
b) garantia de que o projeto seja tolerante à falhas;
c) aplicação adequada da filosofia DEP;
d) enfatização da observância dos critérios de aceitação determinísticos de segurança;
e) promoção da prevenção de acidentes e mitigação em caso de ocorrência dos mesmos; e
f) manutenção de adequadas margens de segurança. *Op. Cit.*

7.1.6.1 Tolerância às falhas

A análise dos Acidentes de Base de Projeto - ABP é orientada por considerações determinísticas, o que é alcançado pela postulação de um conjunto de cenários e de eventos iniciadores, cuja instalação deve ser capaz de suportar dentro de limites especificados nos critérios de aceitação. Um princípio fundamental na análise da Base de Projeto é a demonstração de que as funções de segurança sejam cumpridas na presença de falhas simples ou falhas múltiplas postuladas nos sistemas de segurança. *Op. Cit.*

7.1.6.2 Defesa em Profundidade

A filosofia de Defesa em Profundidade é o ponto de partida para o projeto de centrais nucleares, e trata da garantia da segurança pelo provimento de múltiplas barreiras físicas entre as fontes de materiais radioativos e o meio ambiente e indivíduos, e pelo estabelecimento de vários níveis de proteção da integridade dessas barreiras. A independência entre as sucessivas barreiras provê proteção contra o risco de falhas aleatórias da barreiras separadas, embora sucessivas barreiras possam ser ameaçadas por acidentes mais sérios ao mesmo tempo. *Op. Cit.*

7.1.6.3 Margens de Segurança

Margens de segurança são desenvolvidas a partir da análise da Base de Projeto para assegurar que a operação do conjunto SNA+IIE possa ser conduzida em níveis adequados de segurança para todos os modos de operação em todos os momentos. As margens de segurança possuem um papel importante na mitigação de consequências dos ABP e eventos de baixa frequência tais como Acidentes Além da Base de Projeto - AABP e questões de proteção física (*security*), com base em IAEA (2011).

Os Acidentes Além da Base de Projeto - AABP são aqueles cujo cenário é mais grave do que aqueles decorrentes dos ABP (IAEA, 2007). Denomina-se, ainda, gerenciamento de acidentes o grupo de ações a serem tomadas durante a evolução de acidentes em AABP, como: prevenção da escalação de eventos em acidentes severos; mitigação das consequências de um acidente severo; alcançar um estado seguro estável a longo prazo (IAEA, 2007).

7.1.6.4 Outras considerações determinísticas

Conforme IAEA (2011), outras considerações determinísticas importantes para o sucesso da aplicação da TDIR são:

a) requisitos para qualificação de equipamentos;
b) análises físicas e testes não destrutivos;
c) prevenção de falhas de causa comum;
d) consideração da falha segura no projeto (*fail-safe design*)
e) provimento de redundância adequada de funções de segurança e de sistemas de segurança;
f) provimento de diversidade de funções de segurança e de sistemas de segurança; e
g) provimento de separação física de sistemas de sistemas de segurança.

7.1.7 Análise Probabilística de Segurança

A metodologia da APS segue uma abordagem estruturada que descreve conexões lógicas entre fenômenos físicos e integra informações sobre:

a) projeto da instalação nuclear;
b) práticas de operação;

c) histórico operacional;
d) confiabilidade de componentes;
e) comportamento humano;
f) fenômenos acidentais; e
g) consequências radiológicas potenciais. *Op. Cit.*

A APS é complementar à análise determinística de segurança e outras considerações previamente definidas por meio da identificação de sequências de falhas que, de outra forma, podem ser desprezadas. Acrescenta-se que a APS auxilia no desenvolvimento da prática de projeto e operação que provê um aumento do nível de segurança com razoáveis esforços (princípio ALARP) se comparada com alternativas investigadas. *Op. Cit.*

As considerações probabilísticas podem abranger desde coleta e avaliação de dados sobre eventos simples (falhas de manutenção por meio de análise de confiabilidade de sistemas) até análises complexas por meio de APS formal. *Op. Cit.*

A Análise Probabilística de Segurança:

a) é um elemento fundamental da TDIR;
b) possui a meta de identificar e delinear combinações de eventos que podem levar a um acidente;
c) é usada para avaliar a frequência esperada de ocorrência de cada combinação de eventos, avaliar consequências, e estimar quantitativamente a efetividade de medidas de prevenção de acidentes ou mitigação das consequências; e
d) deve usar metodologias no estado da arte e ter como base a melhor estimativa possível para os dados de entrada (*best-estimate inputs*). *Op. Cit.*

Nota: em circunstâncias onde as sequências de falhas identificadas pela APS levam a considerações sobre situações para as quais o sistema tenha sido projetado e cujo desempenho não possa ser previsto pela APS de forma adequada (ex: atuação da instrumentação e sistemas de controle sob altos níveis de temperatura, umidade e radiação), a resposta apropriada é a melhoria do projeto ou operação para fazer com que tais sequências apresentem probabilidades de ocorrência extremamente baixas. *Op. Cit.*

Qualquer incompletude na APS pode adicionar incertezas nos resultados quantificados pela APS. Tendo em vista o aprimoramento da metodologia, o progresso nessa área tem ocorrido em direção a:

a) inclusão de fatores organizacionais;
b) confiabilidade de sistemas passivos;
c) perigos externos; e
d) falhas em sistemas digitais de software. *Op. Cit.*

A respeito dos resultados qualitativos da APS, o processo de tomada de decisão também deve considerá-los, pois esses resultados provêm de informações originadas da estrutura lógica e podem mostrar fraquezas e falta de equilíbrio no projeto e/ou operação. Deste modo, pode-se identificar uma excessiva dependência na confiabilidade de particulares Sistemas, Estruturas ou Componentes - SEC (*Systems, Structures or Components - SSC*) ou em ações do operador. *Op. Cit.*

Através do processo de realimentação envolvendo a integração das considerações determinísticas e probabilísticas, a APS pode resultar em modificações de requisitos determinísticos (eventos da base de projetos e classificação de SEC).

A APS provê uma variedade de medidas quantitativas que podem ser úteis para a TDIR, pois permitem que os efeitos das alterações sejam avaliados, assim como comparações com as metas da segurança (*safety targets*) - essas últimas podem ser expressas por meio de frequências para consequências específicas, como estados de danos à instalação nuclear ou liberações de radiação ao meio ambiente. *Op. Cit.*

A análise de incerteza é parte integrante da APS e a cuidadosa consideração das incertezas poderá promover o aprimoramento da decisão por meio do processo TDIR. *Op. Cit.*

7.1.7.1 Limitações da APS

Ao empregar os resultados da APS no processo TDIR deve-se levar em conta a qualidade da APS, que depende de:

a) escopo do modelo;
b) escolhas feitas pelos analistas; e
c) informações disponíveis sobre projeto e operação. *Op. Cit.*

7.1.8 Considerações organizacionais

O gerenciamento da segurança cobre um grande leque de aspectos, incluindo liderança, controle, competência, comunicação e cooperação na equipe. É essencial para qualquer processo TDIR que as questões organizacionais e de gerenciamento sejam consideradas adequada e apropriadamente para manter e aprimorar a consideração do ser humano em relação à segurança. *Op. Cit.*

7.1.9 Considerações sobre proteção física

Deve ser reconhecido que medidas de proteção física podem, em alguns casos, apoiar a segurança, caso contrário, podem acarretar impacto negativo na segurança nuclear. Por exemplo: estruturas robustas podem ser requeridas para alcançar propósitos de proteção física contra certos perigos ambientais. Por outro lado, medidas de proteção física podem atrasar ou acarretar entraves para ações de segurança que deveriam ser tomadas prontamente no caso de resposta a eventos anormais. *Op. Cit.*

7.1.10 A integração entre os elementos chave

O processo TDIR deve ser lógico, abrangente, transparente, reprodutível, e verificável. Essas qualidades devem ser preservadas e associadas à documentação e relatórios, de maneira a deixar clara a forma como a decisão foi tomada. Para que o processo TDIR possua credibilidade, a decisão final não deverá possuir viés. Um importante elemento de qualquer processo TDIR é a consideração explícita de todos os efeitos, pois melhorias em uma área podem acarretar efeitos adversos em outra. *Op. Cit.*

7.1.11 Considerações sobre incertezas

As incertezas dos resultados numéricos provenientes das análises determinísticas e probabilísticas são influenciadas por hipóteses, condições de contorno, disponibilidade de dados confiáveis e outras limitações.

Incertezas podem ser afetadas por fenômenos naturais, envelhecimento, julgamento de especialistas, modelos analíticos e incertezas nos parâmetros. A análise de incerteza é parte integrante da APS, bem como a análise de melhor estimativa (*best estimate analysis*). *Op. Cit.*

7.1.12 Monitoração de desempenho

É um aspecto fundamental da TDIR que as consequências das decisões que afetam a segurança sejam monitoradas e que seja providenciada a realimentação do sistema sobre a sua efetividade. Medidas de desempenho devem ser desenvolvidas e monitoradas. Tais medidas devem ser mensuráveis, observáveis, calculáveis e suficientemente abrangentes de forma que se tenha a capacidade de avaliar a segurança do modo mais completo possível.

A realimentação do processo deve ser documentada e comunicada de forma clara e consistente a todos os *stakeholders* na oportunidade mais breve. *Op. Cit.*

7.1.13 Documentação e comunicação

As decisões tomadas pelo processo com informação do risco devem ser documentadas, revisadas, aprovadas e comunicadas de modo claro e consistente. A documentação e o método de comunicação entre os *stakeholders* internos e externos que contribui para a segurança nuclear deverá ser compatível. *Op. Cit.*

7.2 Regulamentação com Informação do Risco - RIR

Nesta seção são apresentados trechos extraídos de IAEA (2005). As exceções possuem referências explicitamente citadas. O documento IAEA (2005) pertence à série de publicações *Technical Documents* (TECDOC) - Documentos Técnicos, que, segundo IAEA (2013) inclui documentação como anais de congressos e documentos como artigos e livros.

7.2.1 Propósito da Publicação e objetivo da TDIR

Em IAEA (2005) encontra-se a descrição do uso da informação do risco pelo órgão regulador e como isto poderá ser aplicado na tomada de decisão sobre questões de segurança de instalações nucleares ou sobre as atividades reguladoras. A abordagem com emprego da TDIR objetiva a integração de forma sistemática das considerações quantitativas e qualitativas, determinísticas e probabilísticas para se obter uma decisão balanceada.

7.2.2 Breve histórico

Conforme IAEA (2005), entre 1995 e 2005, a Análise Probabilística de Segurança - APS foi produzida pela maioria das instalações nucleares dos Estados Membros, como centrais nucleares, reatores de pesquisa e instalações produtoras de isótopos. Em geral, essas APS possuem qualidade suficiente para serem rotineiramente aplicadas por órgãos operadores e órgãos reguladores como uma das entradas dos processos de tomada de decisão relativos às questões de segurança. Na década em questão, o uso da APS ocorreu de forma crescente para prover *insights* adicionais e para complementar a abordagem tradicional, determinística (por meio da qual um conjunto de regras e requisitos são definidos para alcançar um alto nível de segurança).

No processo de TDIR, ocorre a combinação dos *insights* da análise determinística com os *insights* da APS e com outros requisitos para a tomada de decisão. Tal processo foi cada vez mais usado por órgãos reguladores na tomada de decisão a respeito de questões sobre instalações nucleares e na organização de suas atividades para permitir a alocação de recursos de modo mais eficiente e para reduzir o fardo desnecessário sobre os órgãos licenciados sem comprometer a segurança. *op.cit.*

Ressalta-se que, por muitos anos, as considerações sobre o risco foram usadas implícita ou explicitamente na tomada de decisão relativa às questões de segurança e na determinação de requisitos reguladores. Contudo, a maturidade da APS ao longo do tempo resultou numa forma de prover diversas informações detalhadas sobre o risco tanto para uso na tomada de decisão quando em processos reguladores.

7.2.3 Adoção da abordagem com informação do Risco pelos Estados Membros

A regulamentação da área nuclear desenvolveu-se de formas diferentes entre os Estados Membros, sendo que alguns adotaram uma abordagem mais prescritiva, baseada em requisitos determinísticos e outros usaram uma abordagem com foco nas metas a serem alcançadas, a abordagem baseada no desempenho, onde o órgão operador e o órgão regulador possuem mais liberdade na determinação de uma abordagem pela qual os objetivos de segurança possam ser alcançados.

Adicionalmente, é de se frisar a TDIR não se trata de um abordagem baseada no risco (*risk-based approach*), pela qual somente os *insights* provenientes da análise de risco são empregados no processo de decisão, ou possuem um peso muito elevado em relação aos demais. Não há nenhuma Autoridade de Segurança Nuclear de qualquer estado membro da AIEA que aplique a abordagem baseada somente no risco. *op.cit.*

7.2.4 Requisitos determinísticos

De acordo com IAEA (2005), a grande experiência na aplicação da abordagem determinística pelo homem no tratamento das questões de segurança nuclear é o ponto forte desta abordagem.

A abordagem determinística tem por finalidade definir e aplicar um grupo de regras e requisitos conservadores no projeto e operação de uma instalação nuclear, como DEP, margens de segurança, requisito da falha simples, prevenção de FCC, provimento de qualificação de equipamentos, limitação das demandas sobre os operadores na ocorrência de eventos iniciadores, como, por exemplo, nos primeiros 30 minutos conta-se somente com ações automáticas dos sistemas (a regra dos trinta minutos (PERSHAGEN, 1989)).

Para garantir grandes margens de segurança e alto nível de confiança contra a presença de falhas, as incertezas na abordagem determinística são tratadas pelo emprego de hipóteses e modelos conservadores, como no caso da análise dos Acidentes de Base de Projeto, pela qual se assume que: os eventos postulados já ocorreram; tais eventos ocorreram quando as condições iniciais eram as piores possíveis; os operadores atuam somente para agravar a situação; a pior falha simples ocorre no sistema de segurança; critérios de danos conservadores são adotados para o enfrentamento dos sistemas de segurança na ocorrência dos eventos iniciadores. (IAEA, 2005).

7.2.5 Abordagem Probabilística de Segurança

De acordo com USNRC(2011), a seguinte política sobre a expansão do uso da APS foi adotada:

a) o uso da tecnologia da APS deve ser ampliado em todas as questões reguladoras apoiado pelo estado da arte dos seus dados e métodos, e de modo que a abordagem determinística seja complementada pela probabilística e que a filosofia de Defesa em Profundidade seja apoiada;
b) a APS deverá ser usada nas questões reguladoras para a redução do conservadorismo desnecessário associado aos requisitos reguladores vigentes, guias reguladores, compromissos dos órgãos licenciados e práticas da equipe do órgão regulador. Onde for apropriado, a APS deve ser empregada no apoio de propostas de requisitos adicionais de acordo com a *Backfit Rule* (modificação de sistemas, estruturas, componentes ou projeto da instalação nuclear após a

aprovação de projeto ou licença de fabricação, que resulte em nova apreciação por parte da Autoridade de Segurança Nuclear, de acordo com USNRC (2014c)). Procedimentos para incluir a APS no processo de alteração de requisitos reguladores devem ser desenvolvidos e seguidos. De acordo com essa política, as regras e regulamentos existentes deverão ser cumpridos, a menos que sofram revisão; e

c) as metas de segurança para centrais nucleares e os objetivos numéricos subsidiários devem ser empregados concomitante com a consideração de incertezas na elaboração de avaliações por parte do órgão regulador sobre a necessidade de proposição de novos requisitos gerais para as centrais nucleares licenciadas.

Em alguns Estados Membros têm sido definidos critérios probabilísticos. Para reatores nucleares de potência, esses critérios tipicamente são relacionados com *CDF - Core Damage Frequency* (Frequência de Dano ao Núcleo) e *LERF - Large Early Release Frequency* (Frequência de Grande Liberação Antecipada) IAEA (2005).

Com base na experiência atual de projeto e operação de centrais nucleares, foram propostos pela Comissão Reguladora Nuclear dos Estados Unidos os seguintes valores numéricos a serem alcançados por futuros projetos de centrais nucleares:

Valores de Frequência de Dano ao Núcleo (USNRC, 2011)

a) 10^{-4} por reator-ano para instalações existentes; e

b) 10^{-5} por reator-ano para futuras instalações.

Valores de Frequência de Grande Liberação Antecipada, *op. cit.*

a) 10^{-5} por reator-ano para instalações existentes; e

b) 10^{-6} por reator-ano para futuras instalações.

Por meio da abordagem probabilística de segurança, obtém-se: uma abrangente lista de eventos inciadores, sequências de falhas que podem leva a CDF ou LERF; a determinação quantitativa do nível de risco proveniente do conjunto SNA+IIE; a possibilidade de realizar uma ampla gama de estudos de sensibilidade; a determinação do grau em que os requisitos determinísticos foram alcançados (Defesa em Profundidade e o Critério da Falha Única); a identificação dos locais para implantação de melhorias necessárias para redução do risco. (IAEA,2005).

Porém, não é possível demonstrar que o modelo da APS é completo e que todas as sequências de falhas e que todos os eventos iniciadores foram identificados; existem grandes incertezas em algumas áreas, dificultando seu emprego no processo de tomada de decisão; é difícil justificar alguns dados usados para quantificar a APS, especialmente se ocorreu o emprego de dados genéricos; há um grau de subjetividade nos modelos desenvolvidos em algumas áreas da APS (como: sequência de falhas que acarretam dano ao núcleo do reator - nível 2 da APS). *op. cit.*

As incertezas, por sua vez, possuem duas origens:

a) incertezas aleatórias - provenientes da própria natureza dos eventos, tratadas pelos modelos probabilísticos; e
b) incertezas epistemológicas - originadas pela limitação de conhecimento do homem a respeito do problema abordado. *op.cit.*

A classe de incertezas epistemológicas pode ser subdividida em outras três categorias:

a) incertezas de parâmetros - relacionada com as incertezas contidas nos parâmetros usados para quantificar o modelo da APS (como, por exemplo, probabilidade de erro humano; probabilidades de falha de componentes; frequência de eventos iniciadores);
b) incertezas no modelo - refere-se às incertezas existentes acerca das hipóteses adotadas na análise e nos modelos empregados (ex: sequência de falhas; modelo da ocorrência de falhas de causa comum e modelo de erro humano); e
c) completeza - contribuição ao valor do risco de eventos não incluídos na análise (ex: limitação de escopo da APS, modos de operação não incluídos; perigos não previstos; envelhecimento de partes do sistema; fatores organizacionais). *op.cit.*

Destaca-se que nos processos de Tomada de Decisão e de Regulamentação com Informação do Risco, a APS provê somente uma entrada do processo decisório, e as outras provêm do grau de alcance dos requisitos legais; *insights* da análise determinística; resultados da análise de custo-benefício; etc.

Acrescenta-se que nenhum Estado Membro aplica a abordagem baseada somente no risco, ou seja, a abordagem pela qual somente os resultados da APS são empregados na tomada de decisão, e essa prática não é aconselhável. *op.cit.*

7.2.6 Abordagem de tomada de decisão integrada

O processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco é um processo estruturado no qual os *insights* e requisitos relacionados com a segurança, ou que deverão ser tratados junto ao órgão regulador são consideradas na busca de uma decisão (vide Figura 7.2). *op.cit.*

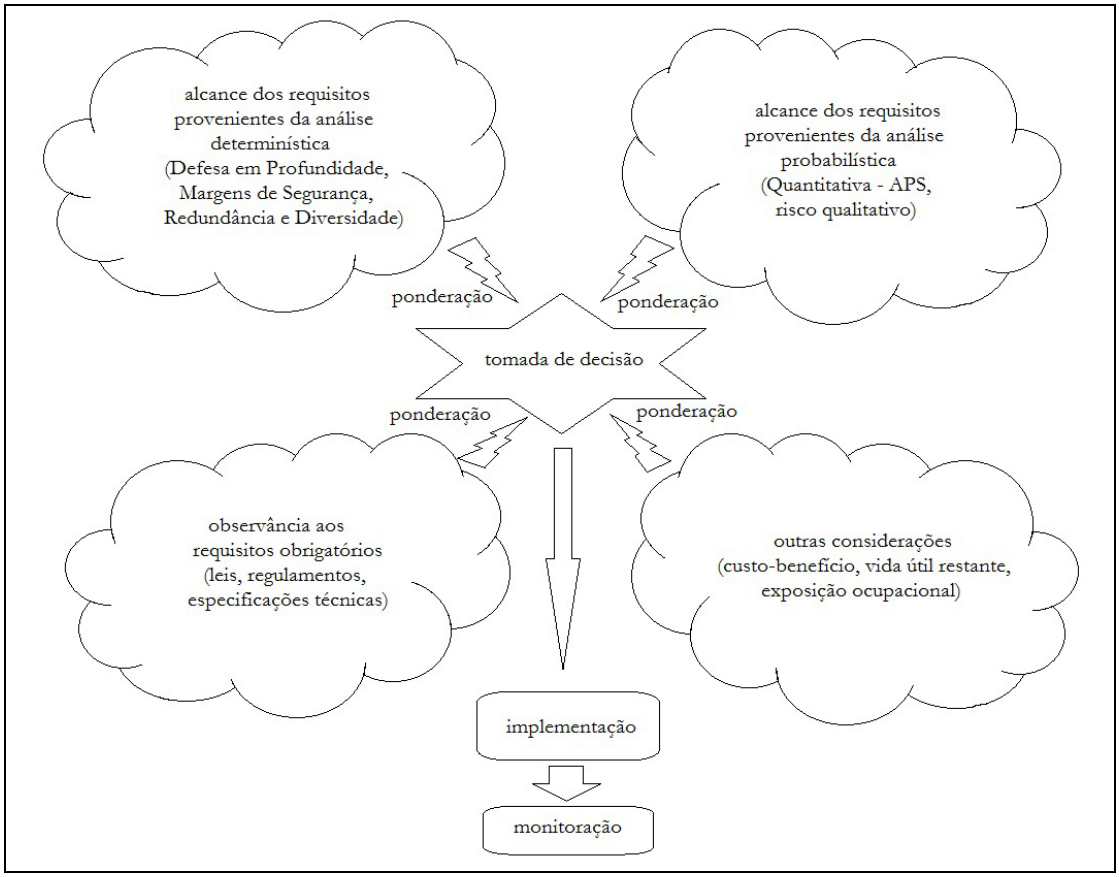

Figura 7.2 - Processo Integrado de Tomada de Decisão. Adaptado de IAEA (2005).

7.2.6.1 Objetivo do processo TDIR

O objetivo do processo estruturado de tomada de decisão é assegurar que uma decisão balanceada seja tomada tendo sido identificados e considerados todos os fatores relevantes para a decisão. *op.cit.*

Essa abordagem torna a tomada de decisão mais fácil de documentar, verificar e mais conveniente para comunicação. Contudo, é necessário que sejam providos recursos para que o órgão regulador possa realizar esse processo. *op.cit.*

Exemplos de questões do conjunto SNA + IIE que necessitam de autorização da ASN e poderiam ser direcionadas ao tratamento pelo processo TDIR, incluem alterações em:

a) projeto e operação de partes importantes para a segurança da instalação nuclear;
b) especificações técnicas, limites e condições para operação normal da instalação nuclear;
c) frequência de inspeção em serviço, teste em serviço, manutenção e interrupção legal (*statutory outage* - período no qual são realizados testes, inspeções e reparos a fim de prolongar a vida útil da instalação nuclear);
d) arranjos da Garantia da Qualidade, em particular na implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade gradual que reconheça a significância do risco de itens e equipamentos;
e) combinações permitidas dos equipamentos do Sistema de Segurança que podem ser removidos do serviço / configuração de controle durante a operação de potência e nos modos de desligamento.; e
f) procedimentos de operação em emergência e medidas de gerenciamento de acidentes. *op.cit.*

7.2.6.2 Requisitos obrigatórios (*mandatory requirements*)

Quaisquer requisitos legais, regulamentação e especificações técnicas da instalação nuclear. Um dos principais requisitos obrigatórios em muitos Estados Membros é a redução do risco a um nível tão baixo quanto razoavelmente alcançável (ALARA). *op.cit.*

Para uma usina nucleoelétrica, os *insights* de risco são normalmente obtidos por meio da realização de APS para a determinação dos valores de CDF e LERF. O padrão que surge nos Estados Membros da AIEA é a produção de APS nível 2 de escopo completo, pela qual são designados todos os eventos iniciadores e perigos, e todos os modos de operação da instalação nuclear. A APS provê estimativa dos níveis de risco da instalação e os resultados (cortes mínimos (*cut sets*), funções importância (*importance functions*), etc) podem ser usados para determinar os pontos fracos no projeto e operação da usina nucleoelétrica. *op.cit.*

7.2.6.3 Outros fatores a serem considerados na tomada de decisão

Custo e benefício oriundos da alteração proposta; tempo de vida remanescente da instalação; resultados de inspeções; experiência operacional; doses tomadas pelo pessoal da operação que poderiam surgir em decorrência de alterações nas instalações da usina nucleoelétrica devem ser levadas em consideração, também.

7.2.6.4 Considerações sobre o risco

Nos casos em que as alterações no projeto ou operações das instalações nucleares acarretem diminuição do risco, um estudo de custo-benefício é realizado para comparar os benefícios obtidos com o custo de implantação. Quando as alterações provocam aumento de risco, em alguns Estados Membros pode-se aceitar tal fato, desde que o aumento seja muito pequeno. Em outros, as alterações que acarretam aumento do risco não são formalmente aceitas, devendo ser mostrado que o aumento é desprezível ou compensado por outros meios.

7.2.6.5 Exemplos de aplicação da TDIR pela Autoridade de Segurança Nuclear

As seguintes questões relacionadas ao modo de operação do órgão regulador podem ser direcionadas ao tratamento pelo processo TDIR:

a) realização de alterações no regulamento;
b) planejamento de inspeções pelo órgão regulador;
c) resposta a incidentes da instalação nuclear;
d) realização de ações para garantir a observância do regulamento; e
e) iniciação e coordenação de pesquisas relacionadas à segurança.

Cuidados devem ser tomados na consideração de mais de uma questão simultaneamente, pois o efeito acumulado pode se tornar relevante. Por exemplo, o relativamente grande aumento de risco decorrente do efeito de uma alteração pode mascarar uma grande diminuição de risco devido à outra alteração.

7.2.6.6 Passos para a aplicação da TDIR

Os passos compreendidos pelo processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco encontram-se ilustrados na Figura 7.3.

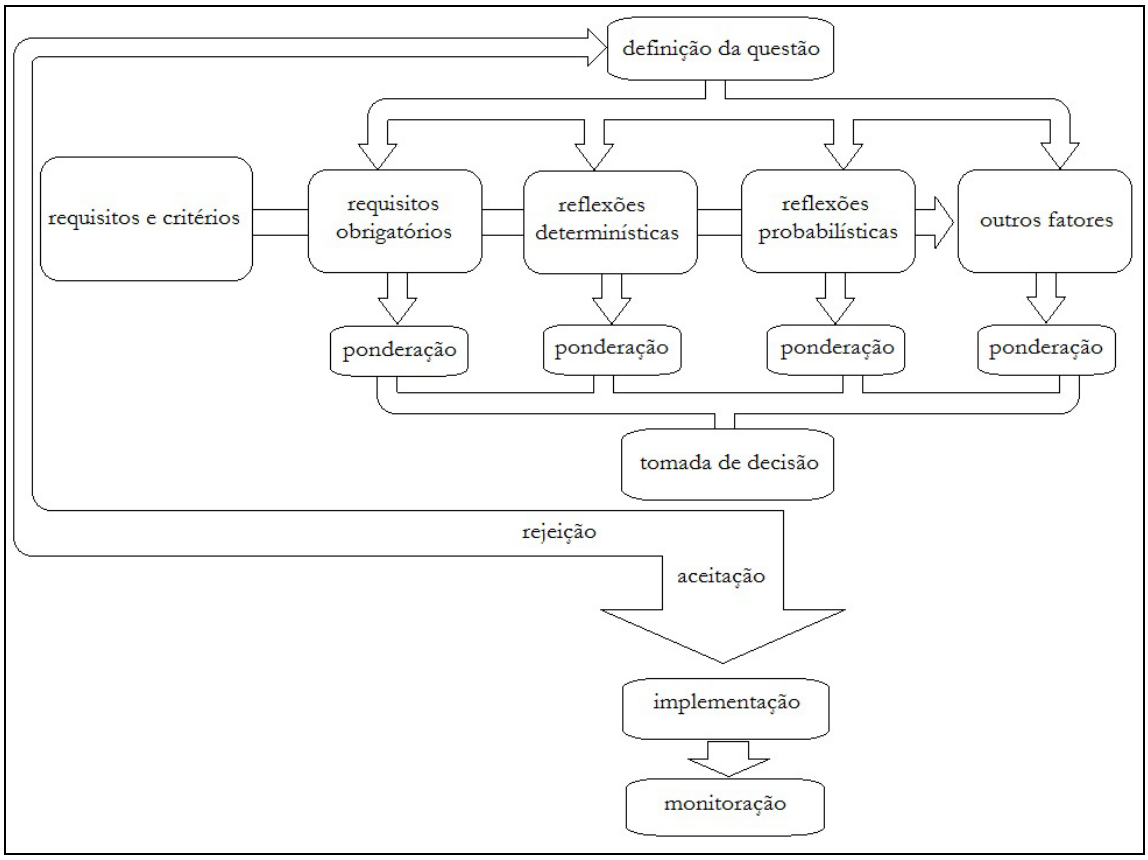

Figura 7.3 - Passos do processo TDIR. Adaptado de IAEA (2005).

7.2.6.7 Requisitos do órgão regulador para o uso da TDIR

A implantação da abordagem com informação do risco pelo órgão regulador requererá mudanças significativas no modo com o qual a regulamentação em vigor é tradicionalmente abordada. Requererá, particularmente, um alto grau de flexibilidade na forma de trabalho, envolvendo equipes multidisciplinares, além do provimento de recursos financeiros adicionais. Com a adoção de tal abordagem, ocorrerá o provimento de uma estrutura para a documentação das decisões que estão sendo elaboradas, de forma a permitir maior abertura na forma com a qual as decisões são tomadas. *op.cit.*

Flexibilidade: haverá necessidade de aceitação da abordagem com informação do risco, por parte do pessoal, além de boa vontade para mudar a forma com a qual são realizados o trabalho, os programas de inspeção, a regulamentação, a forma de lidar com o órgão operador, etc. Haverá a necessidade de partir de uma abordagem prescritiva para uma de metas de segurança nuclear. O desenvolvimento de políticas para o uso de *insights* da APS e definições apropriadas de critérios de segurança probabilísticos pode facilitar o

processo de transição para uma abordagem de Regulamentação com Informação do Risco. *op.cit.*

Equipes multidisciplinares: é aconselhável, para a elaboração de decisões, que o órgão regulador lance mão do emprego de especialistas em diversas disciplinas, como: operação de usinas nucleoelétricas, manutenção, engenharia de análise de segurança, licenciamento e APS. *op.cit.*

Recursos financeiros adicionais: decorrente do comprometimento que será requerido tanto na indústria como no órgão regulador, deverão ser alocados recursos financeiros para o cumprimento de diversas tarefas. Pessoal deve ser treinado para o cumprimento de tais tarefas, podendo ser necessário o treinamento das equipes em técnicas de APS.

Documentação e abertura: é recomendável que o órgão regulador documente todos os passos que foram tomados para a elaboração da decisão. Isso proverá transparência na forma como as decisões são tomadas. *op.cit.*

7.2.7 Aplicação da TDIR em questões de segurança do conjunto SNA + IIE

A aplicação da TDIR pelo órgão regulador na elaboração de decisões sobre questões de instalações nucleares pode envolver solicitações por parte do órgão operador, como, por exemplo, modificações no projeto da instalação ou na forma como é conduzida a sua operação, o que implicaria na alteração de:

a) limites e condições normais de operação;
b) frequência de inspeção em serviço, teste em serviço ou manutenção;
c) forma pela qual as atividades de manutenção são realizadas poderiam incluir a realização de manutenção adicional durante a operação em potência; e
d) arranjos para assegurar a qualidade pela introdução do Gerenciamento de Qualidade gradual. *op.cit.*

7.2.8 Aplicação da Informação do Risco em atividades do órgão regulador

Aplicação do processo TDIR pelo órgão regulador em suas próprias atividades. As mais relevantes são:

a) desenvolvimento, adoção e atualização de regulamentação e guias;
b) emissão, alteração, suspensão, revogação de autorizações;
c) realização de inspeções;

d) asseguramento de que as ações corretivas foram implantadas; e
e) aplicação de ações para garantir o cumprimento da lei quando necessário. *op.cit.*

A TDIR pode ser usada para priorizar tarefas dentro de uma atividade e otimizar e aprimorar as próprias tarefas. *op.cit.*

7.2.8.1 Passos na aplicação da informação do risco a um grupo de regulamentos

A seguir descrevem-se os passos da aplicação da informação do risco na revisão da regulamentação, também representados na Figura 7.4..

7.2.8.1.1 Identificação dos candidatos para aplicação da informação do risco

O objetivo é identificar quais partes do grupo de regulamentos agregado são candidatos para alteração com informação do risco. Alguns critérios para escolha são: potencial de melhoria na segurança; potencial de redução do fardo sobre o operador e/ou regulador; extensão na qual a informação do risco poderá ser aplicada ao requisito.

Como resultado, espera-se obter um conjunto de regulamentos que, ao menos, tenha potencial de sofrer aplicação da abordagem com informação do risco. (IAEA, 2005).

7.2.8.1.2 Priorização

Após a realização da identificação dos regulamentos, estes serão ordenados segundo uma série de fatores e critérios associados à maior probabilidade de serem incluídos no processo de informação de risco. Alguns fatores usados na priorização por parte do órgão regulador são relacionados a seguir:

a) potencial para melhoria da segurança;
b) potencial para redução de fardo sobre o operador ou regulador;
c) complexidade de alterações esperada;
d) recursos necessários para os órgãos operador e regulador para a realização das alterações;
e) período necessário para implantação de todas as mudanças;
f) aplicação das alterações nas instalações atuais e futuras;
g) escopo da avaliação de risco requerida; e
h) extensão à qual a informação do risco pode ser incorporada ao requisito. *op.cit.*

Deve-se, ainda, verificar se a aplicação da informação do risco ao requisito candidato afeta outros requisitos relacionados. O órgão regulador avaliará os pesos de cada

fator e realizará o julgamento sobre a prioridade dos requisitos que são candidatos à aplicação da informação do risco. *op.cit.*

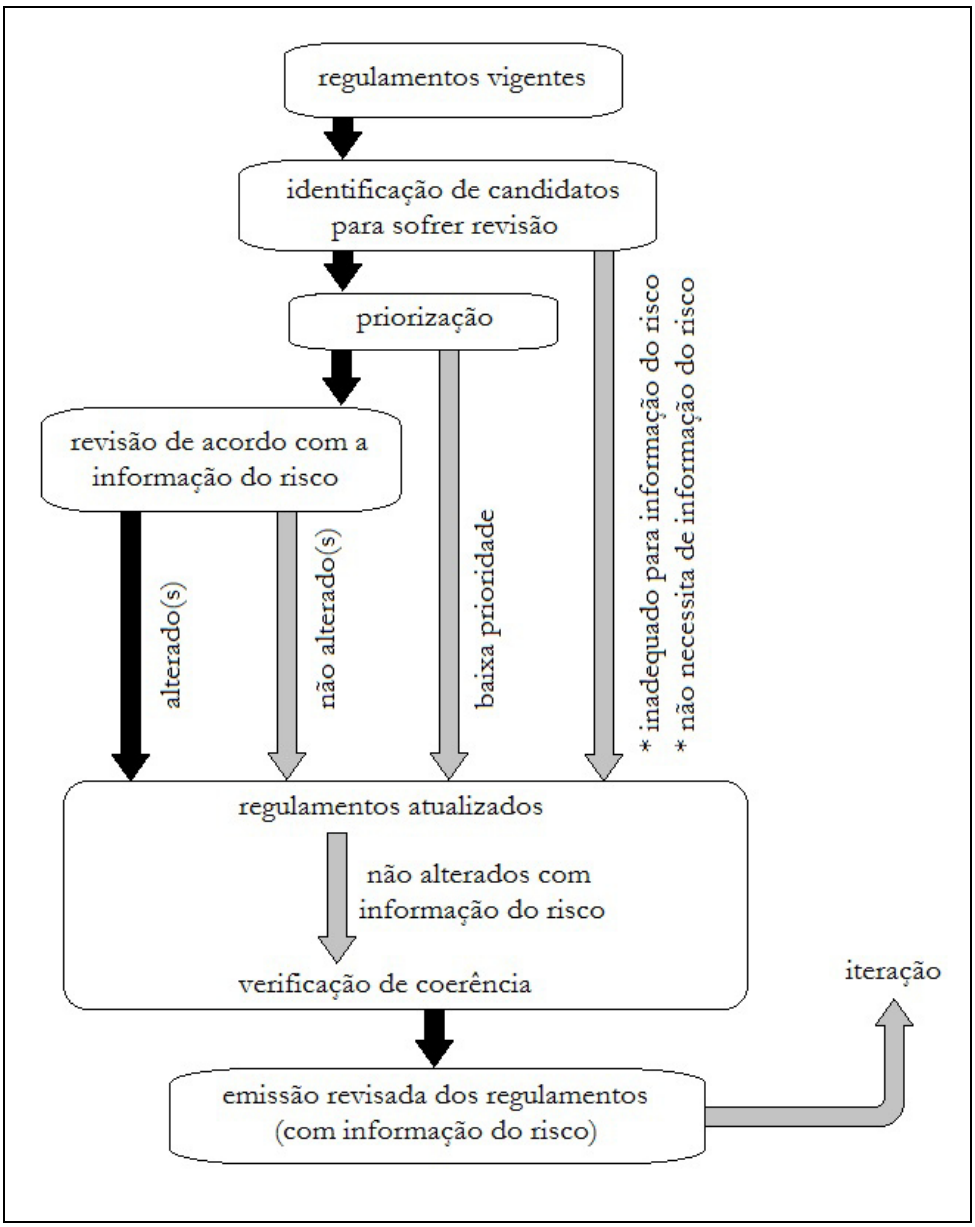

Figura 7.4 - Aplicação da TDIR na revisão dos regulamentos. Adaptado de IAEA (2005).

7.2.8.1.3 Aplicação da informação do risco

As etapas a serem seguidas neste passo são idênticas àquelas do caso da aplicação da informação do risco a um regulamento individual.

É importante notar que as opções de alteração de cada requisito candidatado serão provavelmente identificadas e avaliadas para aqueles regulamentos e requisitos de maior prioridade. Opções específicas com respeito a possíveis alterações provavelmente incluirão uma ou mais das alternativas abaixo:

a) alterações na descrição dos Acidentes de Base de Projeto (que se trata da Base de Projeto com Informação do Risco);
b) alterações em critérios de aceitação (temperatura de pico do revestimento, limites de oxidação, etc) com base em novas informações de engenharia;
c) alterações em métodos e hipóteses por meio de demonstração da observância dos critérios de aceitação; e
d) alterações em sistemas, estruturas e componentes sujeitos ao cumprimento de requisitos técnicos, bem como alterações nos referidos requisitos. *op.cit.*

No caso da identificação de mais de uma opção para um requisito, o órgão regulador deverá decidir pela opção mais conveniente para os seus objetivos e política. *op.cit.*

7.2.8.1.4 Verificação da coerência

Deverá ser verificado se no corpo de regulamentos resultante é coerente e consistente. Portanto, o resultado final esperado é uma mistura de regulamentos que consiste de:

a) aqueles que não sofreram alterações porque não se prestam ao processo de informação do risco;
b) aqueles que não sofreram alterações porque foram identificados como de prioridade muito baixa para justificar a aplicação da informação do risco; e
c) aqueles que sofreram alterações.

Deve-se verificar a existência de discrepâncias, inconsistências, variações, irregularidades na mistura de regulamentos acima, e em caso afirmativo, corrigir os problemas. Trata-se de um processo iterativo e a lista inicial de requisitos candidatos à informação do risco poderá ser modificada até o final do processo. *op.cit.*

7.2.8.2 Passos na aplicação da informação do risco a um regulamento individual

A solicitação de alteração do regulamento pode ser proveniente tanto do órgão regulador como do operador da instalação nuclear. A seguir são apresentados os passos para alteração de um regulamento.

7.2.8.2.1 O que é a preocupação com a segurança e como isso é abordado pela regulamentação.

Quão bem o regulamento enfrenta os desafios da segurança, e como isso pode ser melhorado.

7.2.8.2.2 Identificação da aplicação de requisitos e critérios.

Identificação de requisitos e critérios de alto nível, tais como metas e outros princípios gerais que continuam a formar a fundação da política de segurança nuclear do Estado Membro da AIEA. Pode-se incluir a identificação:

a) dos requisitos obrigatórios de alto nível;
b) da aplicação de requisitos determinísticos de alto nível: parte desses requisitos, provavelmente serão os requisitos de alto nível de Defesa em Profundidade, conceito de múltiplas barreiras e suficientes margens de segurança. Mas podem ser incluídos aqueles relacionados com redundância, diversidade, separação, segregação, etc;
c) da aplicação de requisitos probabilísticos de alto nível: critérios probabilísticos de alto nível em termos de metas de segurança qualitativas e/ou quantitativas, por exemplo, têm sido definidos em alguns Estados Membros. Porém, em muitos Estados Membros, não existem critérios formais definidos. Critérios probabilísticos de alto nível devem definir se os aumentos do risco são permitidos e a magnitude permitida; e
d) da aplicação de outros requisitos: custos ao órgão operador, encargos do órgão regulador, doses sobre os operários, pressão das empresas fornecedoras de serviços de energia, água, etc, opinião pública. *op.cit.*

7.2.8.2.3 Determinação da base técnica dos regulamentos atuais e seus requisitos.

Envolve a revisão de todas as bases técnicas para os atuais requisitos da regulamentação, e respectivo material relacionado, e como esses requisitos relacionados à parte técnica da regulamentação deverão ser tratados. IAEA (2005) considera o relacionamento e ligações entre os requisitos contidos na regulamentação, como a Defesa em Profundidade e as Margens de Segurança são aplicadas a todos os requisitos, e fatores como o balanço entre prevenção de acidentes e mitigação. *op.cit.*

7.2.8.2.4 Identificação e avaliação de *insights* determinísticos.

Os *insights* determinísticos relativos à questão em discussão são compilados, que inclui *insights* por meio dos quais pode-se formar bases técnicas para regulamentação (já identificadas no passo anterior), assim como os requisitos já identificados na Seção 7.2.8.2.2, item (b), e quaisquer novos requisitos determinísticos adquiridos desde a formulação do regulamento em vigor. *op.cit.*

7.2.8.2.5 - Identificação e avaliação de *insights* probabilísticos.

Os *insights* são obtidos, em geral, por meio da APS, porém, as informações provenientes de análises qualitativas, menos formais podem ser úteis. As incertezas associadas devem ser levadas em consideração, tais como a limitações da APS, se for o caso. *op.cit.*

7.2.8.2.6 Identificação e avaliação de *insights* provenientes de outros fatores.

Por exemplo, deverão ser incluídos encargos econômicos impostos pelo órgão regulador por meio do regulamento vigente, bem como custos, esforços e atrasos provenientes das alterações da atual regulamentação. *op.cit.*

7.2.8.2.7 - Ponderação das entradas provenientes das avaliações realizadas.

Esse processo pode ser realizado de forma quantitativa ou qualitativa. Para o caso de haver uma concordância entre os *insights* probabilísticos e determinísticos, a ponderação relativa não é relevante, mas o desacordo entre *insights*, de tais naturezas, resulta, em geral, de um desequilíbrio na ponderação relativa entre eles, assim, existe a necessidade de implantar melhorias. *op.cit.*

7.2.8.2.8 - Formulação das alterações candidatas à regulamentação e submissão delas aos tomadores de decisão para aceitação ou rejeição.

A identificação inicial das alterações do regulamento candidatas foi, provavelmente, baseada em considerações sobre o risco dos desafios com os quais a regulamentação deve lidar. Foram incluídas avaliações considerando os potenciais benefícios para a segurança, e o excessivo conservadorismo da regulamentação existente.

Tais considerações poderão incluir:

a) frequência e significação do risco de eventos iniciadores;
b) cenários de eventos; e
c) avaliação da abrangência do conservadorismo nos requisitos.

Os tomadores de decisão poderão retornar ao passo anterior e atribuir seus próprios fatores de ponderação antes de combiná-los e chegar a uma decisão. Ressalta-se a importância de uma equipe multidisciplinar, com pessoal experiente em operação, manutenção, engenharia, análise de segurança, etc.

Do passo 1 ao passo 8, o processo pode necessitar de várias iterações, e algumas opções de alterações inicialmente escolhidas poderão ser descartadas. *op.cit.*

7.2.8.2.9 - Implantação da alteração.

Uma vez tomada a decisão, inicia-se a fase de redação dos regulamentos que sofreram revisão. Ressalta-se que durante a fase de implantação deverá ficar claro se a regulamentação com informação do risco substituirá o regulamento anterior ou se representará uma alternativa voluntária. No caso de representar uma alternativa voluntária, deverá ser esclarecido se a implantação seletiva dos requisitos alterados será permitida. Por fim, deve-se esclarecer quais serão as implicações nos recursos para efetuar a implantação. *op.cit.*

7.2.8.2.10 - Monitoração da alteração.

Deve ser monitorada a efetividade das alterações. Tal monitoração poderia ser baseada em desempenho.

A monitoração pode ser usada para verificar a coerência do regulamento revisada em relação à regulamentação.

Na aplicação do risco a um regulamento individual ainda restam: emissão, alteração, suspensão, revogação de autorizações; realização de inspeções; garantia de que as ações corretivas foram implantadas; e aplicação de ações para garantir o cumprimento da lei quando necessário. *op.cit.*

7.3 Aplicação da TDIR pela *U.S. Nuclear Regulatory Commision*

Na presente seção, apresentam-se extratos da referência USNRC (2011). Tal documento constitui um Guias Regulador emitido pela Comissão Reguladora Nuclear dos EUA, e "provê orientações aos órgãos licenciados na implantação de partes específicas da regulamentação e técnicas usadas pela NRC na avaliação de problemas específicos ou acidentes postulados. Outras referências encontram-se explicitamente mencionadas" (USNRC, 2014b).

7.3.1 Introdução

O propósito de USNRC (2011) é o provimento de recomendações para o emprego da informação do risco no apoio às alterações na base de licenciamento a pedidos do órgão licenciado para uma usina nucleoelétrica que deverão requerer o processo de revisão e aprovação.

Com a aprovação de USNRC (2011) a NRC esperou que a implantação das políticas resultasse em melhorias de processo nas três áreas seguintes:

a) uso da APS no processo de tomada de decisão;
b) aplicação dos recursos da NRC de forma mais eficiente; e
c) redução de encargos desnecessários sobre o órgão licenciado.

7.3.2 Uso da Avaliação Probabilística de Segurança

A NRC e a indústria nuclear reconheceram que a APS evoluiu ao ponto desta possuir capacidade de ser aplicada cada vez mais como ferramenta na tomada de decisão em questões reguladoras. Em agosto de 1995, a NRC adotou a seguinte política em relação ao uso em expansão da APS:

a) o uso da tecnologia da APS deve ser incentivado para todas as questões reguladoras, e deve ser apoiado por métodos de APS no estado da arte, dados e maneira pela qual complementa a abordagem tradicional da NRC;
b) a APS e análises associadas (como estudos de sensibilidade, análise de incertezas e medidas de importância) devem ser empregadas em questões reguladoras até o limite do estado da arte para reduzir o conservadorismo desnecessário associado ao regulamento vigente, compromissos do órgão licenciado e práticas da equipe do órgão licenciador;
c) as avaliações da APS que apóiam as decisões reguladoras deverão ser o mais realísticas quanto praticável; e
d) as metas de segurança para centrais nucleares e os objetivos quantitativos subsidiários devem ser aplicados com as considerações apropriadas das incertezas no processo de tomada de decisão na proposta de novos requisitos gerais. *op.cit.*

7.3.3 Aumento da Frequência de Dano ao Núcleo (CDF)

Um princípio chave na regulamentação com informação do risco é que os incrementos propostos em *Core Damage Frequency* - CDF e no risco sejam pequenos e consistentes com as metas de segurança da política da NRC. As metas de segurança, associadas aos Objetivos Quantitativos de Saúde (*Quantitative Health Objectives - QHO*) definem o nível aceitável de risco aquele correspondente a uma pequena fração (0,1%) do total de outros riscos aos quais o público se encontra exposto. As diretrizes de aceitação definidas em USNRC (2011) são baseadas em objetivos derivados das metas de segurança e de seus QHO. *op.cit.*

7.3.4 Cautela no emprego da TDIR pela U.S.NRC

De acordo com USNRC (2011), considerando-se aquelas alterações que acarretariam um aumento de risco para a população, poder-se-ia, em tese, elaborar uma regulamentação com informação do risco mais flexível, mantendo-se a segurança adequada. Por outro lado, tal regulamentação poderia, possivelmente, acarretar a eliminação de todas as medidas encaradas como desnecessárias para o sustento da adequada proteção contra acidentes, sem a contrapartida de uma redução considerável no risco, ou ainda, sem uma diminuição substancial dos custos referentes a tais medidas. Desta forma, a NRC optou por uma política mais restritiva, permitindo somente pequenos acréscimos no risco, se, e somente se, for razoavelmente assegurada, dentre outras coisas, a manutenção de suficientes DEP e Margens de Segurança. Tal política foi adotada tendo em vista as incertezas e considerando que questões de segurança continuam a surgir durante as fases de projeto, operação e manutenção não obstante a maturidade da indústria nuclear. Esses fatores sugerem que os reatores de potência devem continuar a ser operados somente com margens de segurança prudentes além da proteção adequada USNRC (2011).

7.3.5 Processo TDIR para as propostas de alteração da Base de Licenciamento pelo órgão licenciado

A seguir são apresentados os passos para desenvolvimento do processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco.

7.3.5.1 Princípios Chave da TDIR

Na implantação do processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco para alterações da Base de Licenciamento espera-se que o conjunto de princípios chave ilustrados na Figura 7.5 e relacionados a seguir sejam alcançados:

a) a alteração proposta deve estar de acordo com o regulamento vigente ou explicitamente relacionado a exceção requerida ou alteração da regra;
b) a alteração proposta deve ser coerente com a filosofia de Defesa em Profundidade;
c) a alteração proposta deve manter suficientes margens de segurança;
d) quando as alterações propostas resultarem em acréscimo de CDF ou risco, essas alterações devem ser pequenas e consistentes com as metas de segurança da NRC; e
e) o impacto da alteração proposta deve ser monitorado por meio do emprego de estratégias de medidas de desempenho, USNRC (2011).

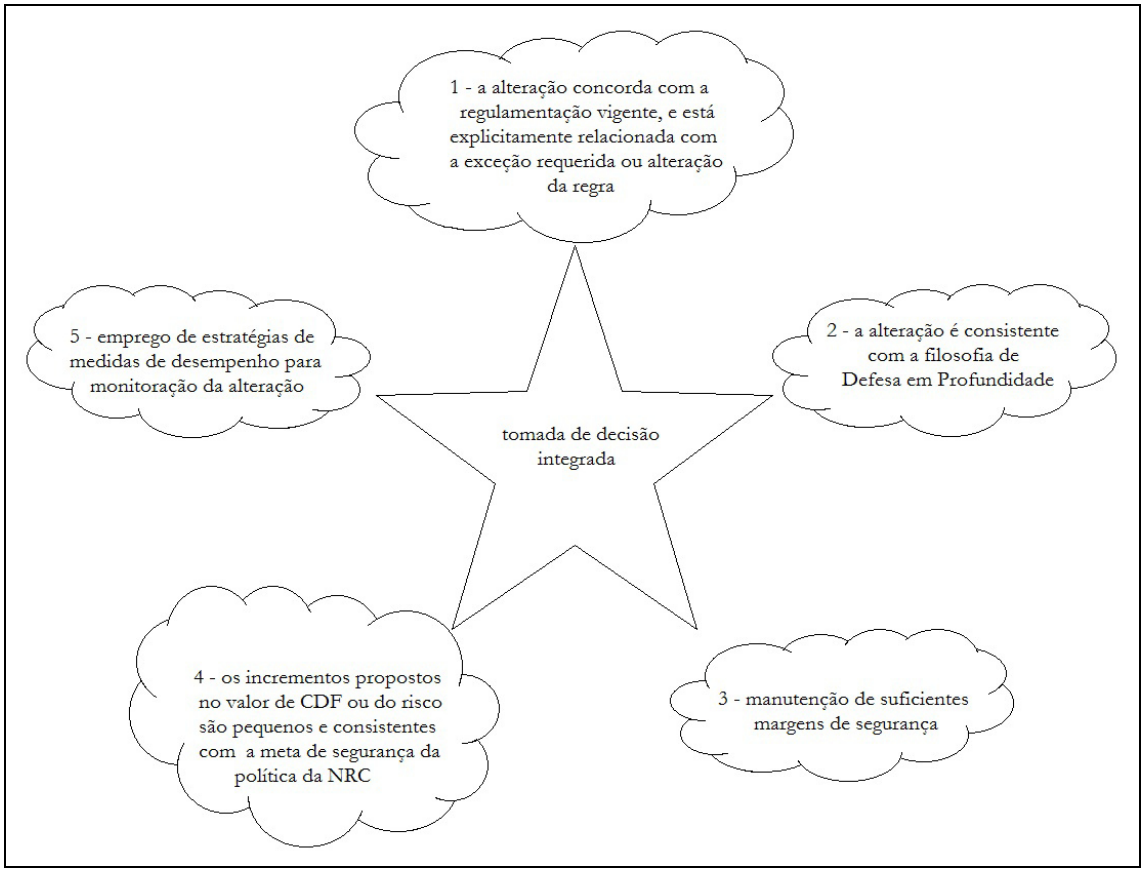

Fig 7.5 - Princípios chave da TDIR (USNRC, 2011).

7.3.5.2 Proposta de abordagem para avaliação e diretrizes de aceitação

Conforme USNRC (2011), na implantação desses princípios chave, a equipe da NRC espera que:

Todo impacto na segurança em virtude da alteração proposta sofreu avaliação de forma integrada como parte da abordagem geral de gerenciamento do risco, no qual o licenciado emprega a análise de risco para aprimorar as decisões operacionais e de engenharia para identificar e aproveitar as oportunidades para a redução do risco, e não somente para eliminar os requisitos de licenciamento tidos como indesejáveis pelo órgão licenciado.

Para os casos onde são propostos aumentos do risco, os benefícios devem ser descritos e proporcionados pelo aumento do risco. A abordagem usada na identificação de alterações nos requisitos deve ser empregada também na identificação tanto das áreas onde os requisitos devem ser ampliados quanto daquelas onde os requisitos devem ser reduzidos.

O escopo, nível de detalhe e aceitabilidade técnica da análise de engenharia (incluindo as abordagens tradicional e probabilística) conduzida para justificar as propostas de alterações na Base de Licenciamento devem:

a) ser apropriados para a natureza e escopo da alteração;
b) ser baseados na instalação conforme construída e conforme operada; e
c) refletir a experiência operacional da instalação. *op. cit.*

A APS específica da instalação que apóia as propostas do órgão licenciado teve demonstrada que sua adequação técnica é suficiente (por exemplo, por meio de controle de qualidade ou certificação independente).

Considerações adequadas sobre as incertezas constam das análises e interpretações das decisões, que incluem o uso de um programa de monitoração, realimentação e ações corretivas para considerar as fontes significativas de incertezas.

O emprego de CDF e LERF como base para as diretrizes de aceitação da APS é uma abordagem aceitável em relação ao Princípio 4. O uso da meta de segurança QHO em lugar de LERF é, a princípio, aceitável, e o órgão licenciado poderá propor seu uso. Contudo, a implantação de tal abordagem requereria uma extensão da APS para nível 3, e, neste caso, os métodos, hipóteses e incertezas associados exigiriam atenção adicional.

Acréscimos nos valores estimativas de CDF e LERF resultantes das alterações propostas para a Base de Licenciamento serão limitados a pequenos incrementos. Os

efeitos acumulados de tais alterações como aumento / redução de risco deverão ser acompanhados e considerados no processo decisório.

A aceitação das propostas de alteração deverá ser avaliada pelo órgão licenciado de forma integrada e que seja assegurado o atendimento a todos os princípios.

Dados, métodos e critérios de avaliação usados no suporte às decisões reguladoras devem ser devidamente documentados e estar disponíveis para avaliação pública. *op. cit*

7.3.5.3 Processo da TDIR

A NRC identifica quatro passos iterativos no processo de avaliação das alterações na Base de Licenciamento. Os passos são denominados "elementos" em USNRC (2011), conforme apresentado na Figura 7.6.

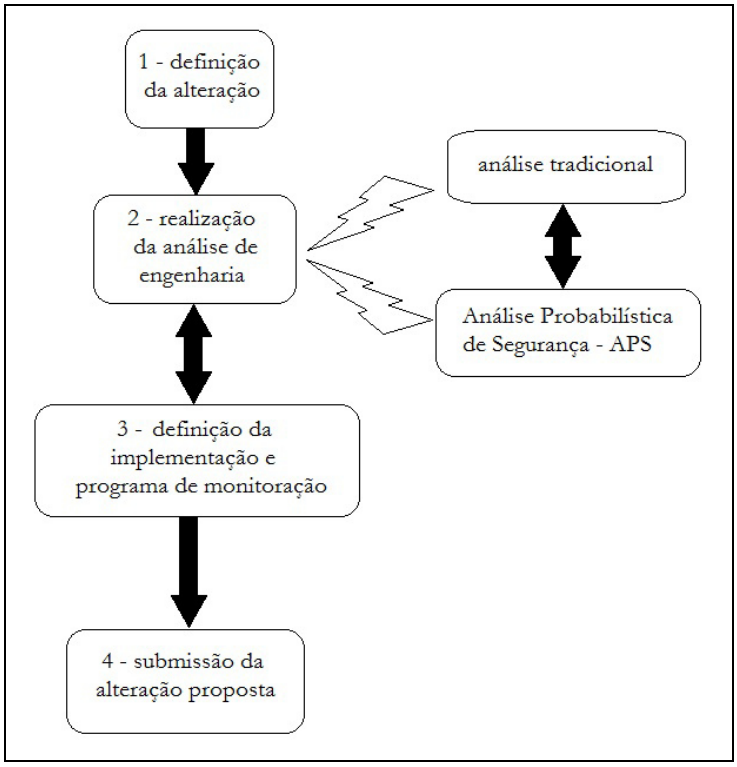

Figura 7.6 - Elementos do processo TDIR. Adaptado de USNRC (2011).

A seguir, encontram-se detalhados os quatro elementos supracitados.

7.3.5.3.1 Elemento 1 - Definição da alteração proposta

As atividades descritas a seguir devem ser usadas em conjunto para descrever a alteração na Base de Licenciamento e esboçar um método de análise. O órgão licenciado

deve descrever a alteração proposta, como são alcançados os princípios da política da NRC, que inclui 1 - melhoria no processo de tomada de decisão, 2 - utilização dos recursos de forma mais eficiente, 3 - redução dos encargos desnecessários sobre o órgão licenciado, e afirmar que a alteração proposta deve estar de acordo com a regulamentação vigente, a menos que esteja explicitamente relacionada a uma isenção proposta.

Adicionalmente às melhorias na segurança do reator, essa avaliação deverá considerar benefícios da alteração na Base de Licenciamento, como redução fiscal, redução de recursos humanos, redução de exposição à radiação. (USNRC, 2011).

Atividade 1: o órgão licenciado deve identificar aqueles aspectos da Base de Licenciamento da instalação que podem ser afetados pela alteração proposta, incluindo (mas não limitado a) regras, regulamentos, RFAS - Relatório Final de Análise de Segurança, especificações técnicas, condições de licenciamento e compromissos de licenciamento.

Atividade 2: o órgão licenciado deve identificar todas as estruturas, sistemas e componentes, procedimentos e atividades que foram cobertas pela alteração na Base de Licenciamento e considerar as razões originais que levaram à inclusão de cada requisito.

Atividade 3: tendo em vista a expectativa da equipe do Órgão Regulador, o Órgão Licenciado deve identificar a disponibilidade de estudos de engenharia, métodos, códigos, dados aplicáveis à instalação específica e à indústria e experiência operacional, conclusões da APS, resultados de pesquisas e análises relevantes à alteração proposta. Com relação à APS da instalação, o Órgão Licenciado deve realizar avaliação de: capacidade de emprego, refinamento, argumentação e atualização de modelos de sistemas, conforme a necessidade de fundamentar a alteração proposta na Base de Licenciamento.

O Órgão Licenciado pode solicitar diversas alterações, trata-se da Solicitação de Alterações Combinadas - SAC. Em relação ao efeito global sobre o risco, caso a SAC acarrete um decréscimo no risco, a realização de análise qualitativa de risco em algumas ou todas as alterações individuais pode ser suficiente. Tal análise envolve métodos mais simples para identificação e priorização de acidentes, como, por exemplo, C*hecklist*, HAZOP (*HAZards and OPerability*), porém, não resulta frequências estimadas de ocorrência dos cenários. (FULLWOOD, 2000). Porém, no caso da SAC resultar em aumento de risco global, a contribuição de cada alteração deve ser quantificada na análise de risco e as incertezas referentes a cada alteração deverão ser estudadas.

7.3.5.3.2 Elemento 2 - Realização da análise de engenharia

Nesta etapa o Órgão Licenciado deverá avaliar a proposta de alteração da Base de Licenciamento levando-se em consideração a manutenção adequada do princípio de Defesa em Profundidade, manutenção de margens de segurança suficientes, garantia de que o aumento em CDF e no risco serão pequenos e consistentes com a meta de segurança constante da política adotada pela NRC. (USNRC, 2011).

O escopo, nível de detalhamento, adequação técnica e análises de engenharia conduzidas para justificar quaisquer propostas de alteração na Base de Licenciamento devem ser apropriadas à natureza e escopo das alterações propostas.

O órgão licenciado deverá:

a) considerar as incertezas existentes nas análises realizadas;
b) avaliar a adequação das análises qualitativa e quantitativa, bem como o emprego da abordagem pela análise tradicional e técnicas associadas ao emprego dos resultados da APS; e
c) mostrar, por meio de diretrizes de aceitação minuciosamente estabelecidas, que os princípios estabelecidos foram alcançados.

7.3.5.3.2.1 Avaliação dos atributos de Defesa em Profundidade e Margens de Segurança

Deve ser mostrado que os princípios de segurança fundamentais sobre os quais o projeto da instalação nuclear foi desenvolvido não foram comprometidos pela alteração proposta.

Deve ser determinado o impacto da alteração proposta na Base de Licenciamento sobre a funcionalidade, confiabilidade e disponibilidade de equipamentos.

Deve ser avaliado se o impacto da alteração proposta na Base de Licenciamento (individual e acumuladamente) é consistente com a filosofia de Defesa em Profundidade.

A filosofia de Defesa em Profundidade tem sido aplicada tradicionalmente no projeto e operação de reatores nucleares para prover múltiplos meios de cumprimento das funções de segurança e prevenir a liberação de material radioativo.

A DEP tem sido e continua sendo o meio mais efetivo de lidar com as incertezas nos equipamentos e no desempenho humano, particularmente para lidar com as potenciais falhas desconhecidas em mecanismos ou fenômenos jamais vistos. Essas falhas/fenômenos desconhecidas ou jamais vistos não são detectados nem pela APS nem pela análise por meio da engenharia tradicional. A consistência com a filosofia de DEP é mantida se forem cumpridos os elementos abaixo, que podem ser usados como diretrizes de avaliação:

a) um balanço razoável é preservado entre a prevenção do dano ao núcleo, prevenção de falha na contenção e mitigação das consequências;
b) evita-se um excesso de confiança nas atividades programadas como medidas compensatórias associadas à alteração na Base de Licenciamento proposta;
c) redundância, independência e diversidade de sistemas são preservadas de modo adequado à frequência esperada, consequências de desafios do sistema e incertezas;
d) defesas contra potenciais falhas de causa comum são preservadas, e potencial para introdução de novos mecanismos de falha de causa comum é avaliado;
e) independência das barreiras não é degradada;
f) defesas contra falhas humanas são preservadas; e
g) conservação da orientação dos critérios de projeto da instalação nuclear.

Deve ser avaliado se o impacto da alteração proposta na Base de Licenciamento (individual e acumuladamente) é consistente com o princípio da manutenção de margens de segurança suficientes.

Um conjunto aceitável de diretrizes para a avaliação da existência de margens de segurança suficientes é relacionado a seguir:

a) caso os códigos e padrões ou alternativas aprovadas pela NRC sejam alcançados, haverá margens de segurança suficientes; e
b) caso os critérios de aceitação da análise de segurança na Base de Licenciamento (Ex: RFAS) sejam alcançados ou se as revisões propostas fornecem suficientes margens que levem em conta incertezas nos dados e nas análises, então haverá margens de segurança suficientes.

7.3.5.3.2.2 Avaliação do impacto do risco, incluindo tratamento de incertezas

O órgão licenciado pode empregar a avaliação de risco para lidar, a princípio, com a proposta cujos aumentos de CDF e do risco sejam pequenos e consistentes com a meta de segurança da política da NRC.

As métricas adotadas são CDF e LERF. Porém, alguns impactos de risco não são perceptíveis de modo adequado (ou de modo algum) por alterações em CDF e LERF, por exemplo, alterações que afetam o desempenho da contenção a longo prazo poderia afetar a liberação de radionuclídeos após a evacuação e resultar em alterações substanciais além do local da instalação, acarretando consequências como morte por câncer latente.

Para propósito de implantação, o órgão licenciado deverá avaliar a alteração esperada em CDF e LERF. A sofisticação necessária para avaliação, incluindo escopo da avaliação de risco, dependerá da contribuição da avaliação de risco na tomada de decisão, que, por sua vez, dependerá da magnitude do impacto do risco.

Para propósito de alterações na Base de Licenciamento, será necessário prover justificação adequada. Devido ao impacto mais substancial desse propósito, uma profunda e abrangente análise de risco sob a forma de APS.

Para demais aplicações, serão adequadas medidas da importância do risco (*risk-importance measures*) ou estimativas de risco delimitadoras (*bounding risk estimates*). Para outras aplicações, uma avaliação qualitativa do impacto da alteração na Base de Licenciamento poderá ser suficiente.

7.3.5.3.2.3 Adequação técnica da Análise Probabilística de Segurança

Um elemento fundamental do processo com informação do risco é a APS elaborada de forma adequada (em escopo e nível de detalhes), para representar com qualidade necessária a instalação (conforme construída e conforme operada).

A adequação técnica da APS no suporte a uma dada aplicação é medida em termos de adequação com relação a escopo, nível de detalhamento, adequação técnica, representação da instalação.

O escopo da APS é definido em termos das causas dos eventos iniciadores e dos modos de operação da instalação. As causas dos eventos iniciadores são classificadas em grupos de perigo (*hazard groups*), cuja forma de avaliação por APS utiliza uma abordagem comum para todo o grupo, métodos e dados de probabilidade na caracterização dos efeitos sobre a instalação. Típicos grupos de perigo considerados são: inundações internas e externas; eventos sísmicos; incêndios internos; ventos fortes, etc.

Embora as diretrizes de aceitação encontradas em USNRC(2011), pp.15-18, prescrevam que todos os modos de operação da instalação nuclear e todos os perigos devam ser identificados para realização da avaliação de risco, não é sempre necessário realizar uma APS de escopo completo. Em determinadas ocasiões, uma análise qualitativa de risco é suficiente quando o órgão licenciado consegue demonstrar que as contribuições de tais riscos não afetam a decisão.

O nível de detalhe requerido para a APS deve ser suficiente para modelar o impacto da alteração proposta. A caracterização do problema deve incluir o estabelecimento da

relação entre causa e efeito de modo a identificar as partes da APS que são afetadas pela questão em análise. Aplicações:

a) para aplicação em escala total da APS, essa relação entre causa e efeito deve afetar os elementos da APS;
b) para aplicações como categorização de componentes, pode bastar a realização de estudos de sensibilidade; e
c) para outras aplicações, pode ser adequado definir qualitativamente o efeito do impacto sobre os elementos da APS.

No caso do impacto da alteração não estar associado a nenhum elemento da APS, deve-se modificar a APS ou avaliar qualitativamente o impacto, como parte do processo integrado de tomada de decisão. (USNRC, 2011).

Entende-se por adequação técnica, no contexto de USNRC (2011), como sendo determinada pela adequação da modelagem real e da razoabilidade das hipóteses e aproximações. A APS empregada na regulamentação com informação do risco deve ser realizada corretamente, de forma que seja consistente com as práticas aceitas e proporcional ao escopo e nível de detalhe requeridos.

Em USNRC (2009) encontra-se a descrição de uma abordagem aceitável para a determinação da adequação técnica da APS, para aplicação em escala global ou em partes para Reatores de Água Leve (*Light Water Reactors*). Provê orientações em quatro áreas:

a) definição de uma APS tecnicamente aceitável;
b) posição da NRC sobre o consenso entre o padrão da APS e os documentos do programa de revisão minuciosa da APS pela indústria;
c) demonstração de que a mínima APS usada nas aplicações reguladoras possui suficiente adequação técnica; e
d) documentação para apoiar a aprovação reguladora.

Acrescenta-se que o modelo da APS, donde são derivados os resultados para aplicação, deve representar a instalação nuclear conforme construída e conforme operada.

7.3.5.3.2.4 Diretrizes de aceitação

Os resultados da APS são usados no processo de tomada de decisão de duas formas: na avaliação de forma geral do mínimo nível de CDF - *Core Damage Frequency* (Frequência de Dano ao Núcleo) e *Large Early Realease Frequency* - LERF (Frequência de Grande Liberação Antecipada) da instalação; e na avaliação do impacto da alteração em CDF e LERF.

Foram estabelecidos dois planos ΔCDF x CDF (variação de CDF em função dos valores de CDF) e ΔLERF x LERF (variação de LERF em função dos valores de LERF), e diretrizes de aceitação para cada região pertencente aos planos foram são determinadas. Ambos os grupos de diretrizes de aceitação constantes da Figura 7.7 deverão ser usados.

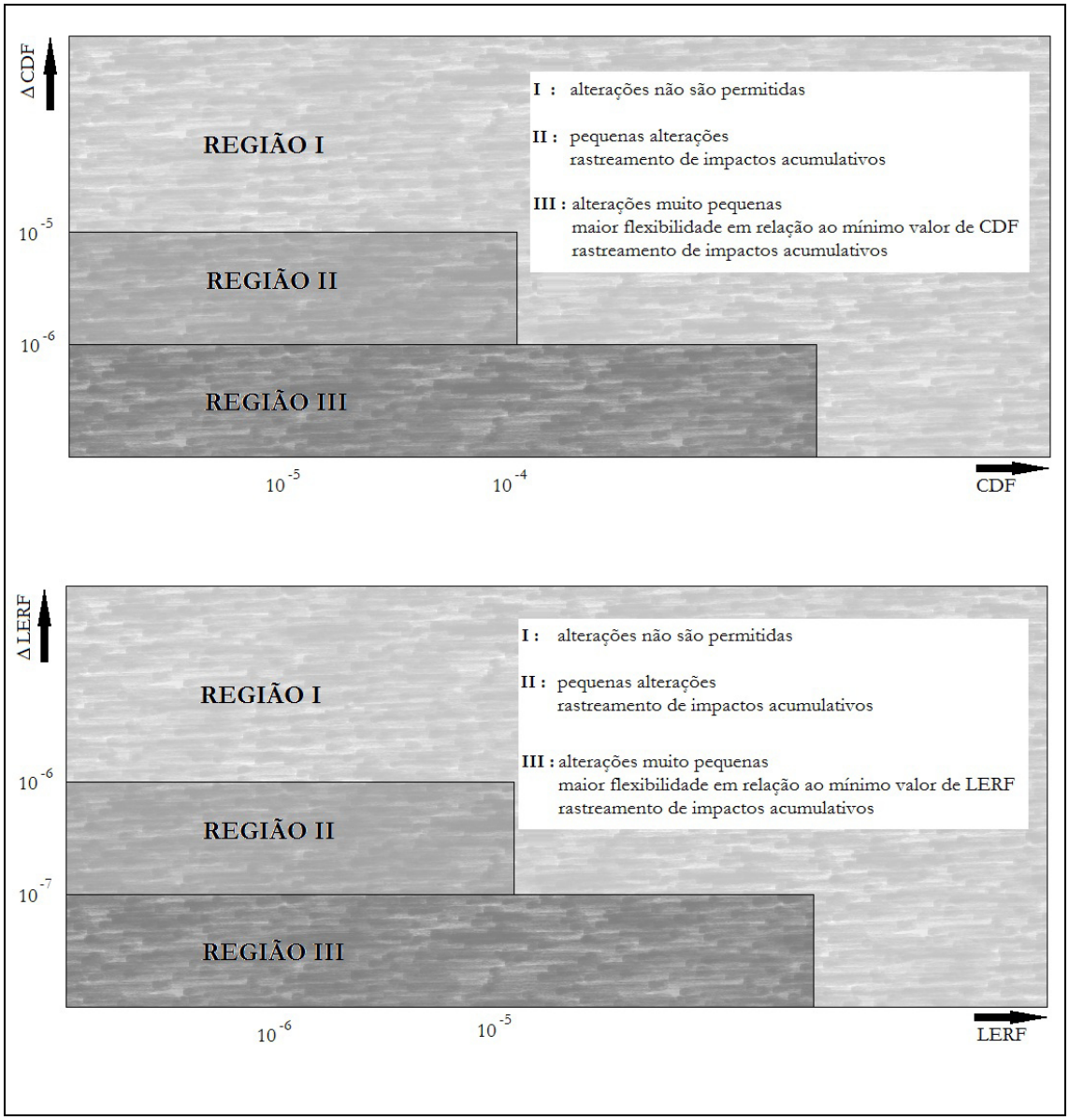

Figura 7.7 - Diretrizes de aceitação. Adaptado de USNRC (2011).

7.3.5.3.2.5 Comparação dos resultados da APS com as diretrizes de aceitação

No contexto da tomada de decisão integrada, as diretrizes de aceitação não devem ser interpretadas como excessivamente prescritivas. Os valores numéricos para as regiões

de ΔCDF x CDF e ΔLERF x LERF são aproximados para prover uma indicação de regiões nas quais as alterações são consideradas aceitas.

As incertezas epistemológicas associadas aos cálculos da APS impedem uma decisão definitiva sobre os limites dessas regiões.

Quando for necessária a avaliação da combinação de riscos provenientes de grupos de perigo distintos, é importante compreender o nível de realismo associado à modelagem de cada grupo de perigo. Por exemplo, a análise de itens específicos do escopo (incêndio interno, inundação interna, eventos iniciadores sísmicos, etc) tipicamente envolve uma abordagem de seleção sucessiva que permite a análise detalhada da contribuição mais significativa. A avaliação da contribuição menos significativa, em geral possui natureza mais conservadora.

Para cada contribuição ao risco existem fontes únicas do modelo de incertezas. Hipóteses feitas em relação a essas fontes do modelo de incertezas e quaisquer conservadorismos introduzidos pela abordagem de análise descrita acima, acarretará em resultados tendenciosos. Particularmente, isso se refere à avaliação das medidas de importância em relação à avaliação de risco combinado e às contribuições relativas dos grupos de perigo a diversas métricas de risco.

Existem duas categorias de incertezas, que devem receber tratamentos distintos, as incertezas aleatórias e as incertezas epistemológicas. A primeira categoria inclui as incertezas associadas a eventos ou fenômenos modelados e caracterizados como sendo de ocorrência aleatória, e modelos probabilísticos são adotados para descrever suas ocorrências - esse aspecto desse tipo de incerteza originou o nome da análise probabilística de segurança. A segunda classe, associa-se à confiança que o analista tem nas predições do modelo da APS e reflete o quão bem o modelo da APS representa o sistema real. Trata-se de uma incerteza do estado do conhecimento. As incertezas epistemológicas subdividem-se em três outras classes: incerteza de parâmetro, incerteza de modelo e incerteza de completeza.

Cada um dos modelos usados tanto no desenvolvimento da estrutura lógica da APS como na representação dos eventos básicos dessa estrutura possui um ou mais parâmetros. Em geral, assume-se que cada modelo é apropriado, mas os valores dos parâmetros desses modelos não são perfeitamente determinados. Essa classe de incertezas é associada com os valores dos parâmetros fundamentais do modelo da APS (taxas de falhas, frequência de eventos iniciadores, probabilidades de falhas humanas, etc) que são usados na quantificação da frequência da sequência de acidentes. As incertezas nos parâmetros são caracterizadas

pelo estabelecimento de distribuição de probabilidades sobre os valores dos parâmetros. Tais distribuições podem ser interpretadas como nível de confiança (*degree of belief*) nos valores que esses parâmetros podem assumir.

Em muitos casos, o estado do conhecimento da indústria é incompleto, e existem muitas opiniões diferentes a respeito da formulação dos modelos, o que inclui abordagens na modelagem do comportamento humano, falhas de causa comum, comportamento do selo da bomba de resfriamento do reator sob perda do resfriamento do selo.

Para algumas questões relativas a alternativas de modelos bem formulados, a APS trata as incertezas fazendo uso de distribuições discretas sobre as alternativas de modelos, sendo que a probabilidade associada a um modelo específico representa o nível de confiança do analista de que o modelo é o mais adequado.

Outra aproximação é tratar a incerteza ajustando os resultados a um modelo simples por meio do uso de um fator de ajuste.

Na interpretação dos resultados da APS, é importante desenvolver a compreensão do impacto de uma hipótese específica ou escolha do modelo sobre as predições da APS. Isso é verdadeiro até mesmo se a incerteza for tratada de forma probabilística, desde que as probabilidades ou pesos dados aos diferentes modelos possam ser subjetivos.

O impacto do uso de hipóteses ou modelos alternativos pode ser tratado pela realização de estudos de sensibilidade ou de argumentos qualitativos, baseados na compreensão das contribuições nos resultados.

A incerteza de completeza resulta de uma limitação de escopo, reflete contribuições não analisadas, e é difícil estimar sua magnitude. Contudo, existem questões que são limitadas pela tecnologia e cujos métodos de análise não foram desenvolvidos, como, por exemplo, o impacto sobre o risco real em uma instalação proveniente da influência do desempenho organizacional não pode ser explicitamente avaliada.

7.3.5.3.2.6 Tomada de Decisão Integrada

No processo de tomada de decisão, os *insights* de risco são integrados às considerações de Defesa em Profundidade e Margens de Segurança. O grau com o qual os *insights* de risco atuam, e por sua vez a revisão detalhada pela equipe do órgão regulador, depende da aplicação.

A aceitabilidade da alteração apoiada pela decisão com informação do risco será função da confiança da equipe da NRC nos resultados da análise.

Na implantação da decisão, o órgão licenciado pode optar por compensar a falta de confiança na análise por meio de restrição no grau de implantação.

7.3.5.3.3 Elemento 3 - Definição da implantação e do programa de monitoração

A meta principal desse elemento é assegurar que não ocorrerá degradação inesperada da segurança devido às alterações da Base de Licenciamento.

Pode-se justificar a implantação da decisão numa grande extensão durante um curto período por meio da demonstração do quão pequenas são as incertezas em questão. Caso não seja possível demonstrar essa afirmação, é recomendada uma implantação mais lenta e faseada da decisão tomada.

O órgão licenciado deverá propor programas de monitoração que incluam meios de rastrear adequadamente o desempenho dos equipamentos que, quando degradados, afetarão as conclusões da avaliação de engenharia e da decisão tomada que suportam a alteração na Base de Licenciamento realizada.

O órgão licenciado deverá integrar, ou ao menos coordenar a monitoração da alteração com informação do risco em conjunto com os programas de monitoração de desempenho existentes, além de experiência operacional da instalação e da indústria. Em especial, a monitoração poderá ser realizada em conformidade com o prescrito no documento USNRC (2014c), que trata dos requisitos para monitoração da efetividade da manutenção de centrais nucleares (a regra da manutenção) nas situações em que a regra da manutenção seja suficiente para que os Sistemas, Estruturas e Componentes (*SSC - Systems, Structures and Components*) afetados pela aplicação da TDIR.

Caso uma aplicação da TDIR exija a monitoração dos SSC cuja Regra da Manutenção não esteja implantada ou que exista um esquema de monitoração em um nível mais elevado do que esta regra, pode ser vantajoso para o órgão licenciado adaptar o programa de monitoração da Regra da Manutenção em vez de desenvolver programas de monitoração adicionais para cumprir os propósitos da informação do risco.

7.3.5.3.4 Elemento 4 - Submissão da alteração proposta

O órgão licenciado deve revisar cuidadosamente a alteração proposta na Base de Licenciamento para determinar a forma adequada de solicitação da alteração; assegurar que a informação requerida por regulamentos relevantes no apoio da solicitação está desenvolvida; preparar e submeter a solicitação de acordo com os requisitos procedurais.

7.4. Tomada de Decisão com Informação do Risco nas Instalações Industriais Especiais

7.4.1 Objetivos da TDIR

Conforme apresentado anteriormente, o processo TDIR permite levar em consideração os resultados da Análise Probabilística de Segurança - APS na elaboração de uma decisão. A APS, de acordo com PERSHAGEN (1989), concentra-se na identificação de sequência de eventos que possam levar ao derretimento do núcleo do reator e sobre o estudo de confiabilidade dos sistemas de segurança, com o objetivo de identificar pontos fracos na segurança e prover uma base para o aprimoramento da segurança da instalação.

7.4.2 Emprego do processo de TDIR

A idéia de empregar os resultados de risco (e respectivas incertezas) no processo de tomada de decisão para melhor embasá-la é sustentada pelo argumento de que as incertezas existirão independentemente de se empregar ou não os resultados da Análise Probabilística de Segurança como parte do processo decisório, contudo a decisão será melhor embasada se houver resultados escrutinados da APS à mão do decisor (APOSTOLAKIS, 2004).

Ainda, de acordo com IAEA (2011), a TDIR pode ser aplicada a outros tipos de instalação nuclear e até mesmo em atividades que não possuam relação com a área nuclear. Por exemplo, a *NASA - National Aeronautics and Space Administration* publicou o seguinte manual de procedimentos de Avaliação Probabilística de Segurança, no qual se encontra o emprego da informação do risco como parte do processo de tomada de decisão na seleção de alternativas e no estabelecimento de uma base de requisitos de desempenho (NASA, 2011).

Destaca-se que, por IAEA (2005), nenhum Estado Membro da AIEA aplica a abordagem baseada somente no risco, e essa prática não é aconselhável.

7.4.3 Considerações sobre os resultados da APS no processo TDIR

O processo de Tomada de Decisão com Informação do Risco usa os resultados da APS para subsidiar o processo decisório. O uso dos resultados da APS incrementa a análise de segurança, inclusive na presença de elevado grau de incerteza, com base em APOSTOLAKIS (2004) o que importa é o impacto gerado pelos resultados da APS na tomada de decisão, uma vez que os requisitos de segurança tradicionais são mantidos. No

contexto da geração de energia nuclear, as APS são realizadas em sistemas altamente confiáveis e bem protegidos, e os métodos da APS analisam eventos raros de forma sistemática, usando todas as informações disponíveis na avaliação das probabilidades.

7.4.3.1 Acidente de Three Mile Island

Recordando o acidente ocorrido em Three Mile Island - TMI em 1979, segundo LIBMANN (1996), foi considerado um caso de ocorrência de múltiplas falhas, no qual os três primeiros níveis de Defesa em Profundidade foram ultrapassados, ou considerados como parte do risco residual (entendendo-se o risco residual como sendo o risco remanescente após serem tomadas todas as providências, em conformidade com o princípio ALARA, para prevenção de acidentes, e de mitigação para o caso da ocorrência dos mesmos).

Relacionando-se, para fins de ilustração, o caso do acidente de TMI com o modelo do queijo suíço proposto por James Reason (REASON, 1990 apud SHERIDAN, 2008) no qual as barreiras defensivas contra acidentes são representadas por fatias de queijo suíço (projeto de engenharia, manutenção, treinamento, operação) e os buracos nas fatias representam as oportunidades o surgimento de falhas humanas ou falhas em equipamentos, etc, conforme ilustrado na Figura 7.8 Quando os buracos encontram-se alinhados existe a oportunidade de ultrapassagem das barreiras, culminando na ocorrência do acidente. Em suma: pequenas falhas podem se combinar resultando em uma falha maior e em acidente. *op. cit.*

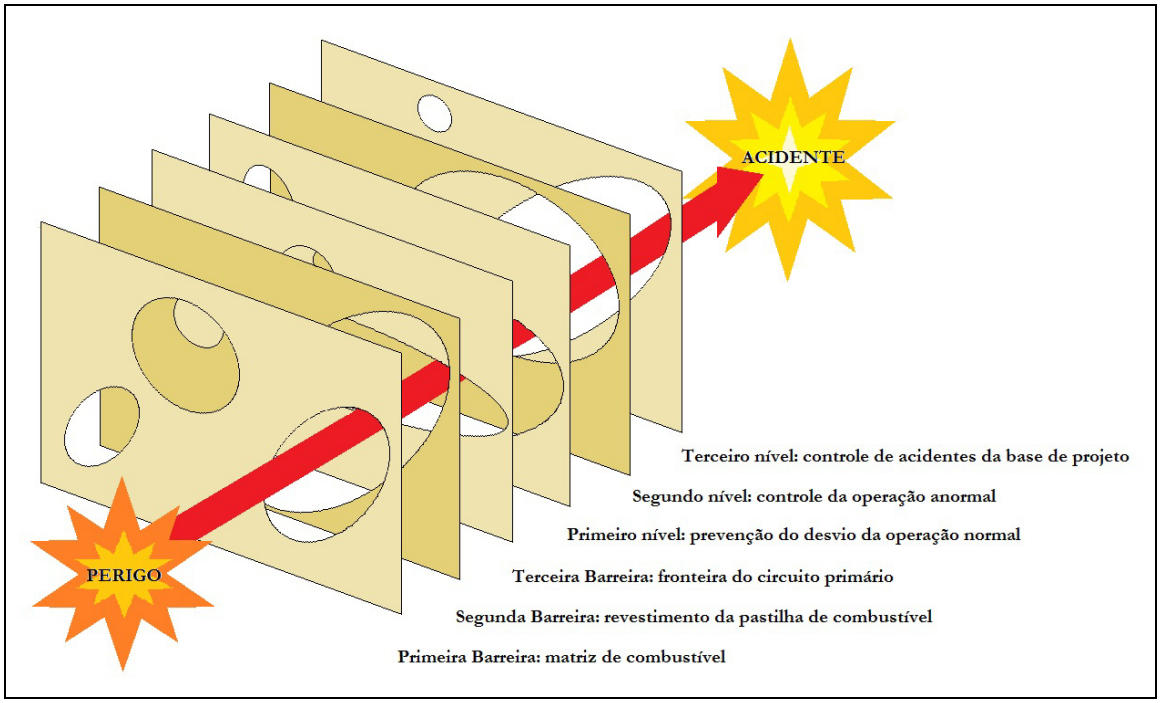

Figura 7.8 - Modelo do Queijo Suiço ilustrando o acidente de TMI. Baseado em (REASON, 1990 apud SHERIDAN, 2008).

O acidente de TMI confirmou o maior *insight* do RSS - *Reactor Safety Study* USNRC(1975) empreendido no início da década de 70, na qual o risco de um pequeno LOCA mostrou-se mais significativo do que um grande LOCA, este último usado pela NRC como pior caso de Acidente de Base de Projeto no licenciamento de reatores. O RSS apontou, também, o papel do potencial de falha humana (desligamento do sistema de resfriamento de emergência), cujo papel foi significativo no acidente de TMI. Em seguida, a NRC enfatizou sobremaneira o treinamento de operadores e os fatores humanos no desempenho da instalação, e na investigação de acidentes severos. (MODARRES *et al*, 2010).

Duas lições podem ser extraídas deste caso:

a) o homem é parte essencial da segurança nuclear (LIBMANN, 1996); e
b) pequenas falhas podem se combinar resultando em uma falha maior e em acidente (SHERIDAN, 2008).

7.4.3.2 O caso de Chernobyl

A antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas construiu cinco reatores similares ao reator de Chernobyl, incluindo este. O reator é do tipo *RBMK - Reaktor Bolshoy Moshchnosti Kanalnyy* (Reator de Alta Potência Tipo Canal), emprega dióxido de urânio como combustível, é resfriado por água leve e moderado por grafite.

A usina nucleoelétrica número quatro de Chernobyl possuía características econômicas favoráveis em relação ao consumo de urânio e militares, pela produção de plutônio a ser empregado na fabricação de armas nucleares. Ocorre que tais vantagens são compensadas por três grandes defeitos: tendência à instabilidade, SCRAM lento - que pode acelerar a reação em cadeia sob certas condições, e ausência de estrutura de contenção.

Pelo projeto, a potência do reator é inversamente proporcional ao inventário de água nos canais (ou seja, quanto mais vapor é produzido, menor é o inventário de água líquida e mais potência é desenvolvida pelo reator).

Ocorrências antes do acidente: rumo a um desligamento programado para a realização de testes em um equipamento elétrico, a distribuidora de energia elétrica (KievEnergo) solicitou à usina de Chernobyl o fornecimento continuado à baixa potência (700 MWt), postergando o desligamento em algumas horas, devido à produção industrial daquela sexta-feira.

Na manhã daquele dia, ocorreu uma falha (de origem não esclarecida) que levou a potência do reator a cair para 30 MWt. Desta forma, a produção de vapor diminuiu e o volume de água nos canais aumentou, o que levou a uma redução de potência.

Na tentativa desesperada de completar o teste planejado, infringindo as regras de segurança, retiraram-se as barras de controle do reator para aumentar sua potência, que subiu para 200 MWt, com os canais cheios de água - condição de maior instabilidade do RBMK.

Não está esclarecido se as barras de controle voltaram a ser inseridas automatica ou manualmente. Em ambos os casos, devido às circunstâncias, ocorreu uma aceleração da reação em cadeia que levou ao acidente derradeiro (PETRANGELI, 2006).

Fazendo-se uma breve análise do acidente de Chernobyl, ocorrido em 1986, e resumidamente apresentado acima, apesar dos problemas inerentes ao projeto da usina nucleoelétrica tipo RBMK, pode-se depreender que problemas organizacionais levaram os operadores a consentir no atendimento de demandas de outrem (solicitação da *KievEnergo*) sobre os interesses da segurança. Sequencialmente, porém, mantendo-se a mentalidade de sobrepujar a segurança no cumprimento de outros objetivos, o provável desespero para a

conclusão da atividade de testes sob circunstâncias de premência de tempo possivelmente levou os operadores a executarem uma ação proibitiva (remoção das barras de controle do reator).

A segurança deve ser imperativa em instalações onde há o risco de liberação de materiais radioativos para o meio ambiente. As organizações devem cultivar a mentalidade de segurança. Conforme IAEA (2011), um dos valores agregados pela adoção da TDIR é a melhoria da segurança pelo aprimoramento da consciência dos fatores que influenciam na segurança, bem como são levadas em consideração questões organizacionais e de gerenciamento. de modo a incluir o ser humano frente às questões de segurança.

Destacam-se as seguintes lições aprendidas com este caso:

a) cultivo da mentalidade de segurança na organização;
b) aplicação da filosofia de Defesa em Profundidade; e
c) garantia de suficientes margens de segurança.

7.4.3.3 - APS Viva - *Living Probabilistic Safety Assessment*

APS viva, de acordo com IAEA (1999), é a APS do conjunto SNA + IIE que é mantida atualizada sempre que necessário para refletir as condições operacionais e de projeto atuais dessas instalações.

Segundo JOURDAN (2005), o desenvolvimento de *living PSA* (APS viva), permite a integração de efeitos de envelhecimento de componentes, de manutenção, e, também, pode ser um indicador da mentalidade de segurança da instalação. A mentalidade de segurança é um aspecto fundamental no sucesso da aplicação de um processo com informação do risco, pois, segundo KADAK et al (2007), por meio do foco constante nas questões relativas à segurança do SNA e das IIE, é possível obter um aprimoramento da cultura de segurança, o que é importante para a transição em direção ao uso da informação do risco.

7.4.4 Aplicação nas Instalações Industriais Especiais

Ao apresentar as características das Instalações Industriais Especiais sugeriu-se repartir a análise em dois cenários básicos: a) com o submarino em missão; e b) com o submarino no interior das IIE. Assim, no primeiro cenário, as Instalações Industriais Especiais não passam de locais para armazenamento de rejeitos, de elementos combustíveis queimados, e às vezes de elementos combustíveis novos. Porém, no segundo cenário,

pode-se dizer que ambos a IIE e o SNA constituem o Complexo Naval Nuclear - CNN, no qual destacam-se três configurações *a priori* identificadas: SNA atracado no cais; SNA sobre plataforma em terra para manutenção; SNA sobre plataforma em terra na operação de troca de combustível.

Para cada configuração acima, existem riscos inerentes às atividades de apoio ao SNA desenvolvidas, e há riscos na transição de uma para outra, por exemplo: posicionamento do submarino em terra, instalação do equipamento para troca de combustível, etc.

Tal situação difere das usinas nucleoelétricas (fixas) licenciadas no país atualmente, porém, pela abordagem acima propõe-se:

a) a análise de configurações do Complexo Naval Nuclear, nas quais pode-se assumir que o reator seja (aproximadamente) fixo em cada uma delas, restando analisar as transições nas quais ocorre o deslocamento do submarino, porém, por um curto período de tempo, com reator apagado; e
b) a análise das IIE separadamente do SNA quando este se encontra em viagem.

A abordagem descrita acima tem por objetivo apresentar um ponto de vista pelo qual as características do conjunto formado pelas IIE e pelo SNA são percebidas de forma deveras semelhante com as usinas nucleoelétricas licenciadas no Brasil.

Outra semelhança aparece no tipo de reator empregado na geração de energia do submarino, que é do tipo Reator de Água Pressurizada (PWR - Pressurized Water Reactor), o mesmo tipo que os reatores instalados na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, porém, com potência térmica muito inferior aos reatores de ANGRA 1 ou de ANGRA 2. Entretanto, há problemas com definições e termos existentes nos regulamentos que impede sua aplicação total ao caso do conjunto IIE + SNA, conforme apresentado no Capítulo 8.

A aplicação pelo órgão regulador dos EUA ocorreu por meio do documento RG 1.174, e KADAK *et al.* (2007) menciona que a experiência norte-americana apresentou resultados positivos tanto na segurança como economicamente, e que a transição para uma regulamentação com informação do risco exige uma mudança na cultura de segurança por parte da ASN e do órgão licenciado.

Com base em KADAK *et al.* (2007), a introdução da informação do risco nas decisões operacionais requer treinamento, liderança e alteração do programa de

gerenciamento. Em suma, caso não haja liderança o uso da informação do risco nas operações, ou em decisões do órgão regulador fracassará.

8 LICENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS

8.1. Informação do Risco no licenciamento nos Estados Unidos da América

Após meados da década de 50, o conceito de Defesa em Profundidade, adotado pela AEC, o órgão regulador nos EUA naquela época, evoluiu para um conjunto de requisitos de projeto e operação (uso de múltiplas barreiras na eliminação de falhas simples, uso de grandes margens de segurança, qualidade adequada na fabricação e construção, operação dentro dos limites de segurança, testes, inspeções e manutenção continuados). MODARRES (2009).

Como a DEP era um meio de lidar com todo o tipo de incertezas, esse conceito levou a AEC a aplicá-lo ao projeto, construção e operação para assegurar o cumprimento da operação normal, proteção das instalações, contenção de radioisótopos, preparação para emergência. *op. cit.*

O sistema do reator, que envolve projeto, procedimentos, pessoal, etc, deve estar em conformidade com a DEP, e como critério de medida dessa adequação, a AEC considerou o referido sistema como seguro caso o mesmo fosse capaz de suportar cenários de acidentes prescritos e avaliados por especialistas para os eventos adversos mais significativos. O conjunto desses cenários é denominado Acidentes de Base de Projeto - ABP. *op. cit.*

A suposição assumida era de que se os sistemas de segurança seriam capazes de suportar todas as adversidades caso fossem capazes de suportar as condições prescritas pelos ABP.

Em meados da década de 60, o aparecimento de diversos questionamentos sobre a integridade da contenção do reator sob certos acidentes envolvendo perda de refrigerante (*Loss Of Coolant Accident - LOCA*) pode ter contribuído para o surgimento dos métodos de Análise Probabilística de Segurança. Tais discussões ocorreram principalmente pelo fato da APS ser capaz de indicar pontos fracos da ABP (por meio de modelagem sistemática, considerações de cenários de acidentes mais realísticos, inclusive ocorrência de falhas múltiplas - ou Acidentes Além da Base de Projeto - AABP). *op. cit.*

No início da década de 70, NRC publicou o WASH-1400, relatório feito sob supervisão de Rasmussen (USNRC, 1975), com a aplicação da APR na indústria nuclear. Esse relatório recebeu severas críticas e a NRC retirou o apoio aos resultados, recomendando o emprego da APR de forma geral. *op. cit.*

Porém, com o acidente em *Thee Mile Island,* em 1979, causado por uma ocorrência não prescrita pelos ABP, constatou-se que a suposição inicial não era correta, então deu-se o início do emprego das técnicas da APR. Foram propostos dois objetivos principais em relação à segurança:

a) provimento de índices para o nível de proteção ao público que os projetistas e operadores de centrais nucleares deveriam alcançar; e
b) provimento de recomendações adicionais pela NRC para tomada de decisão do lado do órgão regulador. *op. cit.*

Em virtude das incertezas nos cálculos de risco, o alcance desses objetivos provou-se ser muito difícil, e, em 1990, a NRC proveu orientações adicionais para os objetivos da segurança: Frequência de Dano ao Núcleo (*Core Damage Frequency*) e Frequência de Grandes Liberações (*Large Release Frequency*). *op. cit.*

A publicação do NUREG-1150 em 1990 e a emissão do documento 60 FR 42622 em 1995 legitimaram o emprego da APR no licenciamento nuclear. *op. cit.*

"O emprego da tecnologia da APR deve ser aumentado em todas as matérias reguladoras em toda a extensão apoiada pelo estado da arte dos métodos de APR e dados, de forma que a abordagem determinística regulada pela NRC seja complementada, apoiada na filosofia tradicional de defesa em profundidade" (USNRC, 1995).

Em meados da década de 90, a adoção da regra da manutenção (*maintenance rule*) foi importante. Foi a primeira vez que as atividades de manutenção não estavam prescritas, mas sua efetividade foi medida em comparação a algumas regras pré-definidas para um conjunto de equipamentos e componentes importantes para a segurança. O uso dessa abordagem permitiu maior flexibilidade, eficácia e eficiência no serviço de manutenção, e constituiu a primeira e maior aplicação da regulamentação baseada em desempenho. *op. cit.*

A regulamentação baseada em desempenho (*performance-based regulation*), conforme USNRC (2014a) é a "abordagem que possui foco em resultados desejáveis e mensuráveis em vez de processos, técnicas e procedimentos prescritivos. Leva a resultados definidos sem indicar uma particular direção" (MODARRES, 2009).

Conforme USNRC (2011), "em 1998, a NRC emitiu uma série de manuais de regulamentação, incluindo RG 1.174" *op. cit.*, que, por sua vez, descreve um método aceitável ao licenciado e ao órgão licenciador (NRC) para uso na avaliação da natureza e impacto de alterações (com informação do risco) na Base de Licenciamento. Alterações essas que podem ser motivadas pelo próprio órgão licenciado ou pelo pessoal da NRC.

O pedido de alterações da base de licenciamento com informação do risco pelo licenciado será avaliada com base em cinco princípios (USNRC, 2011):

a) as alterações propostas devem cumprir os regulamentos vigentes;
b) as alterações propostas devem ser consistentes com a filosofia de Defesa em Profundidade;
c) as alterações propostas devem manter margens de segurança suficientes;
d) quando as propostas de alteração resultam num aumento de CDF ou risco, o aumento deve ser tão pequeno e consistente com a intenção da política de metas de segurança da comissão da NRC; e
e) o impacto da alteração proposta deve ser monitorado utilizando estratégias de medição de desempenho.

Em RG 1.174 a NRC adotou uma linha conservadora, permitindo somente pequenos aumentos no risco com a condição de que seja assegurado de modo razoável suficiente DEP e suficiente margens de segurança. Isso tudo em virtude da existência de incertezas e considerando o fato de que ainda surgem questões relativas à segurança tanto em projeto, construção quanto em operação. *op.cit.*

8.2. Licenciamento no Brasil

8.2.1 Passos no processo de licenciamento

Segundo MELO *et al.* (2011) "o licenciamento de instalações nucleares é uma atividade formal que constitui um processo de tomada de decisão permanente, envolvendo a emissão de licenças, permissões, emendas ou seus cancelamento, e abrange questões envolvendo a segurança de reatores nucleares e proteção radiológica".

A decisão deve considerar se existe suficiente asseguramento de que a operação da instalação nuclear não acarretará riscos indevidos aos operadores, população e meio ambiente.

De acordo com CNEN (2002), os atos envolvidos no processo de licenciamento são:

a) Aprovação do Local - AL
b) Licença de Construção - LC
c) Autorização para Utilização de Materiais Nucleares - AUMN
d) Autorização para Operação Inicial - AOI
e) Autorização para Operação Permanente - AOP

O requerente será a figura responsável pela solicitação dos atos administrativos. No âmbito do PROSUB, as principais Organizações Militares - OM da Marinha do Brasil envolvidas no gerenciamento dos empreendimentos de construção do Submarino de Propulsão Nuclear, LABGENE, Estaleiro e Base Naval poderão atuar como requerentes, assim se faz necessária a atuação de forma integrada das OM na condução das atividades do referido Programa. Ressalta-se, ainda, a importância da designação de pessoal para realizar a ponte de contato com o órgão licenciador. A CNEN, por sua vez, deverá designar equipe para atendimento das solicitações e realização de atividades referentes ao processo de licenciamento dos diversos empreendimentos que compõe o PROSUB.

8.2.2 Prescrição do Gerenciamento de Risco

A publicação CNEN (1997) trata de segurança na operação de usinas nucleoelétricas e possui um tópico sobre gerenciamento de risco, onde consta que "a organização operadora deverá desenvolver, aplicar e permanentemente aperfeiçoar um modelo para gerenciamento do risco associado às diversas configurações operacionais", e que tal modelo "deverá incorporar a sua base de dados, a experiência operacional específica acumulada durante um período de tempo em que esses dados sejam estatisticamente significativos".

CNEN (1997) prescreve que "durante a operação da usina, deverá ser considerado o impacto no risco total, quantificado através de modelo de gerenciamento do risco, nas tomadas de decisão envolvendo, entre outras atividades:

a) modificações de projeto, alterações ou exceções às especificações técnicas;
b) gerenciamento de configurações de sistemas;
c) planejamento de manutenção e testes periódicos; e
d) análise de eventos operacionais."

Sobre reavaliação periódica de segurança, de acordo com CNEN (1997), consta que a reavaliação de segurança deverá ser conduzida a cada dez anos e abranger, no mínimo as seguintes áreas ou fatores: condições físicas da usina; análise de segurança; qualificação de equipamentos; gerenciamento do envelhecimento; indicadores de segurança; incorporação da experiência operacional internacional; procedimentos; fatores administrativos e organizacionais; fatores humanos; planejamento de emergência; e impacto ambiental. Deve, ainda, ser realizada em três etapas:

a) elaboração de relatório contendo levantamento do nível atual de segurança para cada uma das áreas/fatores supracitadas, indicando pontos fortes e fracos;

b) avaliação do impacto das deficiências e proposta de implantação de medidas compensatórias; e
c) atualização do modelo de gerenciamento de risco.

Desta forma, segundo MELO *et al.* (2011) a norma CNEN-NE-1.26 prescreve como requisito o gerenciamento de risco de forma contínua pela organização operadora, assim, a APS complementa a análise de segurança tradicional no processo de licenciamento, pois o impacto do risco durante a operação da usina nucleoelétrica é medido por meio de um modelo de gerenciamento de risco.

Porém, os atuais regulamentos que suportam o processo de licenciamento poderiam sofrer revisão para incorporar e legitimar a aplicação da informação do risco no processo decisório para as Instalações Industriais Especiais, tendo em vista os benefícios que poderão advir dessa futura regulamentação.

8.2.3 Considerações sobre o processo de licenciamento vigente

O processo de licenciamento estabelecido em CNEN (2002) aplica-se às atividades de localização, construção e operação de instalações nucleares, excetuando-se aquelas relacionadas com o emprego de reatores nucleares usados como fonte energética em meios de transporte ou outros fins.

A terminologia "Instalação Nuclear", segundo CNEN (2002) refere-se à instalação na qual material nuclear é produzido, processado, reprocessado, usado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN (Autoridade de Segurança Nuclear no Brasil). Fazem parte dessa definição as seguintes instalações, cujas características mais se assemelham ao Complexo Naval Nuclear formado pelas Instalações Industriais Especiais e pelo Submarino Nuclear de Ataque:

a) reator nuclear;
b) usina que utilize combustível nuclear para produção de energia térmica ou elétrica para fins industriais;
c) depósito de materiais nucleares, não incluindo local de armazenamento temporário usado durante transportes.

Ainda, a terminologia "Usina Nucleoelétrica", segundo CNEN (2002), significa instalação fixa dotada de um único reator para produção de energia elétrica, e "Central Nuclear" refere-se ao complexo industrial fixo destinado à produção de energia elétrica por meio de uma ou mais usinas nucleoelétricas.

Conforme acima exposto, a norma empregada como espinha dorsal do licenciamento das usinas de ANGRA 1, ANGRA 2 e está em uso para ANGRA 3, em construção, não atende às necessidades de um processo de licenciamento para as Instalações Industriais Especiais, cujo reator nuclear permanece a bordo de um submarino, servindo como fonte de energia voltada para a propulsão do navio, o que confere ao Complexo Nuclear Naval uma natureza móvel, na qual a posição espacial ocupada pelo reator nuclear pode ser alterada.

A sugestão para tratamento do CNN apresentada anteriormente foi a separação de sua operação em dois cenários distintos: o primeiro sem a presença do SNA nos domínios das IIE - situação na qual não está presente o reator e os riscos decorrentes de sua existência para as instalações em terra. Nesta situação, pode-se desacoplar as análises de segurança do SNA e das IIE, exceto pelo apoio prestado pelo envio de resgate, suprimentos, etc. No segundo cenário, com o SNA presente nas IIE, configuram-se três situações, com o submarino atracado, com o submarino em plataforma seca em terra para manutenção, ou havendo troca de elementos combustíveis / intervenção em partes do reator.

Tais desencontros entre as definições do que se pretende construir e do que consta nos regulamentos denotam uma carência de revisão no arcabouço legal que apóia o processo de licenciamento por parte da CNEN.

Em relação ao sigilo de informações, pelo fato do submarino nuclear de ataque e das instalações de apoio possuírem características de natureza militar, poderão existir informações sigilosas que farão parte do processo de licenciamento mas que não poderão ser divulgadas, e isso deverá ser levado em consideração na revisão da regulamentação.

Conforme acima exposto, existem desencontros entre a regulamentação em vigor para enquadrar perfeitamente o que se pretende projetar e construir, porém, foi apresentada uma abordagem sobre o problema que permite a visualização de algumas semelhanças entre as usinas nucleoelétricas existentes no país com o objetivo prestar orientação.

9. CONCLUSÃO

Na primeira parte desta dissertação, apresentou-se um conjunto de requisitos elaborados a partir de informações sobre as características das instalações de apoio de um navio comercial de propulsão nuclear, construído nos Estados Unidos da América e operado na década de 60, o N.S. Savannah. Esses requisitos relacionam-se com as necessidades provenientes do Submarino Nuclear de Ataque e foram classificados de acordo com os sistemas propostos a fim de constituírem uma compilação destinada à orientação de projetos de instalações de apoio em terra para o SNA, as denominadas Instalações Industriais Especiais.

Tais requisitos, além de poderem ser empregados com o propósito de orientar e servir de referência para a realização de futuros projetos de instalações de suporte ao submarino de propulsão nuclear (IIE) por parte da Marinha do Brasil, podem ser usados na elaboração de requisitos legais por parte da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN.

Foi discutida a questão do sigilo do empreendimento, pela sua característica militar, o que implicará na ocultação das informações de dados experimentais, testes, dados, e demais registros sobre as áreas sensíveis. Assim como existe a dificuldade natural na obtenção de informações acerca de submarinos de propulsão nuclear dos países que detém essa tecnologia.

Na segunda parte foram apresentados os conceitos da Informação do Risco, e considerações sobre sua aplicação nos processos de tomada de decisão em geral, bem como no processo de alteração de regulamentação.

O emprego da regulamentação do risco pelos norte-americanos advindo da emissão do Guia Regulador RG 1.174, ainda que bastante restritivo quanto aos acréscimos do risco, vislumbrou o aprimoramento no uso dos resultados da APS no processo de tomada de decisão, maior eficiência na aplicação de recursos da NRC, a Comissão Reguladora Nuclear dos EUA, e redução de encargos desnecessários sobre o órgão licenciado. Segundo KADAK *et al* (2007), a experiência norte-americana apresentou resultados positivos tanto para segurança quanto para a economia. Para a segurança nuclear, o desenvolvimento de uma cultura de segurança estimula a incorporação da informação do risco em diversas áreas.

Em um processo de informação do risco, deve existir mudança de comportamento tanto da CNEN quanto da Marinha, no cumprimento de requisitos obrigatórios para o gerenciamento de risco, o que requer uma cultura de segurança com ênfase no uso da

avaliação de segurança para a realização das atividades, em vez de simplesmente garantir o cumprimento de regras. O uso da informação do risco implicará em maior flexibilidade e responsabilidade para garantir que as ações no conjunto SNA+IIE sejam bem controladas e monitoradas (KADAK *et al,* 2007).

A adoção do processo de TDIR nas Instalações Industriais Especiais pode ser viável. Conforme IAEA (2011), tal processo pode ser empregado em outros tipos de instalações nucleares ou para outras atividades alheias àquelas relacionadas à área nuclear. No entanto, a implantação da informação do risco, de acordo com KADAK *et al.* (2007), requer liderança, treinamento, e mudança na forma de gerenciamento. Salienta-se que KADAK *et al.* (2007) julgou a liderança como condição *sine qua non* para o sucesso da implantação do uso da informação do risco. Estes são desafios a serem enfrentados pela Marinha do Brasil e pela Comissão Nacional de Energia Nuclear para lograr sucesso na implantação do processo de TDIR.

A cautela no emprego da informação do risco repousa principalmente nas incertezas existentes, que devem ser consideradas na avaliação dos números resultantes da APS.

Finalmente, apresentou-se um breve histórico da informação do risco na regulamentação de licenciamento dos EUA, com destaque para a supracitada publicação RG 1.174, e a situação da regulamentação vigente no Brasil, mostrando os pontos divergentes da mesma com a natureza do empreendimento que se almeja obter: o conjunto formado pelo Submarino Nuclear de Ataque e pelas Instalações Industriais Especiais.

Abaixo são apresentadas algumas conclusões:

1. Deverá ser emitida regulamentação própria para o licenciamento do conjunto formado pelo Submarino Nuclear de Ataque e das Instalações Industriais Especiais, acompanhadas das definições apropriadas para os termos desse novo conceito de instalação nuclear no Brasil.

2. A separação dos cenários de operação para o conjunto formado pelo SNA e pelas IIE, conforme apresentado nesta dissertação poderá auxiliar a compreensão do problema em questão, e a Análise Probabilística de Segurança poderá ser uma ferramenta importante na identificação dos perigos e quantificação dos riscos

referentes à cada cenário vislumbrado, ainda que por meio de uma abordagem *à priori*.

3. O uso dos resultados da Análise Probabilística de Segurança no processo decisório deve ser estimulado, e se trata de uma ferramenta a mais para o embasamento da elaboração de decisões. Com seu uso, pontos fracos do conjunto formado pelo SNA e pelas IIE poderão ser identificados.

4. A informação do risco emprega resultados da Análise Probabilística de Segurança, dentre outros fatores para a tomada de decisão, conforme procedimentos discutidos, e o uso do risco necessita que sejam estimulados tanto na Marinha como na CNEN o exercício da liderança, em primeiro lugar; o foco na cultura de segurança; provimento de treinamento de pessoal; alteração na forma de gerenciamento

Abaixo são apresentadas algumas recomendações:

1. Conforme complexidade discutida no Capítulo 4 e da natureza nova desse empreendimento para o Brasil, recomenda-se que a CNEN prepare uma equipe específica para atuar no processo de licenciamento, redigindo regulamentos, propondo atualização para aqueles em vigor, caso seja necessário, com obediência ao caráter sigiloso em questão.

2. A Marinha do Brasil deverá indicar representantes das Organizações Militares a frente de cada empreendimento constituinte do PROSUB para atuação junto à CNEN.

3. Enfrentamento das dificuldades em usar a APS desde o início do projeto, devido às incertezas envolvidas por falta de informações que não estão disponíveis. O estímulo do emprego da APS nessa fase prematura será fundamental para uma alteração progressiva na incorporação do risco no processo decisório, o que representa uma ferramenta a mais à disposição do responsável pela tomada de decisão.

4. No sentido do parágrafo anterior, é fundamental a regulamentação do uso da APS viva, que nada mais é do que a Análise Probabilística de Segurança atualizada sempre que necessário for, o que demandará uma forte integração entre os diversos setores do empreendimento no fornecimento de informações sobre operação, manutenção e até alterações.

5. Enfim, a conquista da obtenção do submarino com propulsão nuclear exigirá destinação de recursos e esforços da Marinha do Brasil na obtenção de instalações industriais modernas, construídas de acordo com o estado da arte da engenharia, na convocação e preparação de mão-de-obra para a elaboração dos projetos de construção do submarino e respectivas instalações de suporte, além de recrutamento e treinamento de militares para a operação do próprio submarino e das instalações de apoio. Por parte da Comissão Nacional de Energia Nuclear, no papel de ASN, na ampliação de suas instalações, convocação e preparo de mão-de-obra específica para o atendimento da demanda gerada por mais esse empreendimento, de característica *sui generis* para os brasileiros, e na elaboração e emissão de documentos reguladores próprios para emprego no processo de licenciamento do empreendimento em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-5462 - Confiabilidade e mantenabilidade*. Rio de Janeiro. Nov. 1994.

APOSTOLAKIS, G., 2004, "How Useful is Quantitative Risk Assessment?", *Risk Analysis*, v. 24, nº 3, pp. 515-520.

BRASIL. Decreto nº 6.703, de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. Brasília, DF, 18 dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/Decreto/D6703.htm>. Acesso em: 20 mar. 2014, 20:42h.

CCPS - CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY. *Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria*. Hoboken, New Jersey, USA. John Wiley & Sons, Inc. 2009.

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *CNEN-NE-1.04 - Licenciamento de Instalações Nucleares*. Rio de Janeiro. Dez. 2002.

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *CNEN-NE-1.26 - Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas*. Rio de Janeiro. Out. 1997.

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *CNEN-NE-2.01 - Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear*. Rio de Janeiro. Set. 2011.

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *CNEN-NE-6.05 - Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas*. Rio de Janeiro. Dez. 1985.

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, *Glossário de Segurança Nuclear*. Rio de Janeiro. Fev. 2012.

CONTAINMENT_DESTRUCTION. [1970?]. Altura: 1800 pixels. Largura: 1935 pixels. Tamanho: 627 KB. Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_decommissioning#mediaviewer/File:Containment_destruction.jpg>. Acesso em: 12 nov. 2014, 21:42h.

CRUISELINEHISTORY. [1968]. Altura: 583 pixels. Largura: 464 pixels. Tamanho: 42,1 KB. Formato: JPG. Disponível em: < http://cruiselinehistory.com/wp-content/uploads/2009/04/ns_savannah_refueling_1968.jpg>. Acesso em: 07 fev. 2015, 21:10h

FERNANDES, L. P. C. et al.,"Segurança no mar". In: *CEMBRA - Centro de Excelência para o Mar Brasileiro, O Brasil e o mar no século XXI: Relatório aos tomadores de decisão do País*, Edição virtual, Capítulo II, Rio de Janeiro, DCRDigital, 2013. Disponível em: <http://www.cembra.org.br/segundo-projeto.html>, Acesso em 20 mar. 2014, 19:04h.

FONSECA, M. M. *Arte Naval - Volume I.* 6 ed. Rio de Janeiro. Serviço de Documentação da Marinha. 2002.

FULLWOOD, R. R. *Probabilistic Safety Assessment in the Chemical and Nuclear Industries.* Estados Unidos da América. Butterworth-Heinemann. 2000.

GOOSSENS, R. [2013?] *U.S. Maritime Administration - N.S. Savannah.* Disponível em <http://www.ssmaritime.com/NS-Savannah.htm> Acesso em: 07 fev. 2015, 20:41h.

GUIMARÃES, L. S., 1999, *Síntese de Doutrina de Segurança para Projeto e Operação de Submarinos Nucleares*, Tese de D.Sc., USP, São Paulo, Brasil.

HKS_fig5. [2013?]. Altura: 600 pixels. Largura: 600 pixels. Tamanho: 209 KB. Formato: JPG. Disponível em: <http://www.geochemsoc.org/files/6813/4436/9897/HKS_fig5.jpg>. Acesso em: 12 nov. 2014, 21:39h

HNSA - HISTORIC NAVAL SHIPS ASSOCIATION. *Virtual Tour.* Disponível em < http://www.hnsa.org/virtual-tour/> Acesso em: 19 abr. 2014, 16:29h.

HOUAISS A. *Grande Dicionário Houaiss Eletrônico.* Instituto Antônio Houaiss - UOL, 2012. Disponível em: <http://houaiss.uol.com.br/>. Acesso em: 28 Nov. 2014, 16:02h.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *GSR Part 4 - Safety Assessment for Facilities and Activities.* Vienna - Austria. Mai. 2009.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *IAEA Safety Glossary - Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection.* Vienna - Austria. Jun. 2007.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *IAEA-TECDOC-1106 - Living probabilistic safety assessment (LPSA).* Vienna - Austria. Ago. 1999.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *IAEA-TECDOC-1436 - Risk Informed Regulation of Nuclear Facilities: Overview of the Current Status.* Vienna - Austria. Fev. 2005.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *INSAG 25 - A Framework for an Integrated Risk Informed Decision Making Process.* Vienna - Austria. Mai. 2011.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *INSAG-10 - Defence in Depth in Nuclear Safety*. Vienna - Austria. Jun. 1996.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *INSAG-6 - Probabilistic Safety Assessment*. Vienna - Austria. Jul. 1992.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Safety Reports Series nº 52- Best Estimate Safety Analysis for Nuclear Power Plants: Uncertainty Evaluation*. Vienna - Austria. Ago. 2008.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *SF-1 - Fundamentals Safety Principles*. Vienna - Austria. Nov. 2006.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *SSR-2/1 - Safety of Nuclear Power Plants: Design*. Vienna - Austria. Jan. 2012.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Series information*. 2013. Disponível em: <http://www-ns.iaea.org/publications/information.asp?s=5&l=36>. Acesso em: 14 mar. 2014, 13:31h.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *The IAEA Mission Statement* 2014. Disponível em: <https://www.iaea.org/about/mission >. Acesso em: 05 fev. 2015, 12:57h.

JONES-LEE, M., AVEN, T., 2011, "ALARP - What does it really mean?", *Reliability Engineering and System Safety*, v. 96, pp. 877-882.

JOURDAN, G., 2005, *Using Risk-Based Regulations for Licensing Nuclear Power Plants: Case Study of the Gas-cooled Fast Reactor*, Dissertação de M.Sc., MIT, Massachussetts, USA.

KADAK, A.C., MATSUO, T., 2007, "The nuclear industry's transition to risk-informed regulation and operation in the United States ", Reliability Engineering and System Safety, v. 92, pp. 609-618.

KRAMER, A.W. *Nuclear Propulsion for Merchant Ships*. USA, Ed. Atomics, 1962.

LANGE, R. S. , *Maritime Heritage of the United States NHL Theme Study - Large Vessels - NPS Form 10-900*, Washington, DC - USA, United States Department of the Interior - National Park Service - History Division, 1990. Disponível em: < http://pdfhost.focus.nps.gov/docs/NHLS/Text/82001518.pdf>, Acesso em: 04 abr. 2014, 00:11h.

LEAL, A. M., *Dicionário de Termos Náuticos, Marítimos e Portuários*. Rio de Janeiro, Ed. José Olympio S.A., 1991.

LIBMANN, J. *Elements of Nuclear Safety*. França, Les Editions de Physique, 1996.

LIVRO BRANCO DE DEFESA NACIONAL. Brasil, 2012. Disponível em: < http://www.defesa.gov.br/arquivos/2012/mes07/lbdn.pdf> Acesso em: 20 mar. 2014, 20:39h.

MACHADO, R. L., *O Submarino Nuclear Brasileiro*. 1 ed. Rio de Janeiro, Fábrica de Livros, 2010.

MARAD. *Nuclear Ship Savannah Photographs*. Disponível em: <http://www.marad.dot.gov/ships_shipping_landing_page/ns_savannah_home/ns_savannah_slideshow/ns_savannah_slideshow.htm>. Acesso em 07 fev. 2015, 21:18h.

MARINHA DO BRASIL. *PROSUB - Programa de Desenvolvimento de Submarinos*. 2011. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/imagens/banner_publicidade/prosub.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2014, 18:21h.

MELO, P.F.F., OLIVEIRA, I.M.S., SALDANHA, P.L., 2011, "LWR Safety Analysis and Licensing and Implications for Advanced Reactors", Nuclear Power - *Operation, Safety and Environment - INTECH*, cap 3, pp 47 - 70. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/nuclear-power-operation-safety-and-environment/lwr-safety-analysis-and-licensing-and-implications-for-advanced-reactors>. Acesso em: 26 nov. 2013, 02:36h.

MODARRES, M., 2009, "Advanced nuclear power plant regulation using risk-informed and performance-based methods", *Reliability Engineering and System Safety*, v. 94, pp. 211-217.

MODARRES, M., KIM, S.,"Deterministic and Probabilistic Safety Analysis". In: *Handbook of Nuclear Engineering - Nuclear Engineering Fundamentals*, 1 Ed, Vol 2, Capítulo 15, New York - USA, Springer, 2010.

NASA - National Aeronautics and Space Administration, Probabilistic Risk Assessment Procedures Guide for NASA Managers and Practitioners, Ed. 2. Washington, DC - USA. Dec. 2011.

NSRP - NATIONAL SHIPBUILDING RESEARCH PROGRAM. About NSRP. Disponível em <http://www.nsrp.org/1-Program.html > Acesso em: 07 nov. 2014, 17:43h.

NSRP-ASE - NAVY SHIP ADVANCED MODELING & SIMULATION - NSRP PROJECTS. Disponível em <http://www.nsrp.org/6-presentations/joint/051507_mod_sim_wood.pdf> Acesso em: 07 nov. 2014, 17:43h.

PERSHAGEN, B. *Light Water Reactor Safety*. 1 ed. England, Pergamon Press, 1989.

PETRANGELI, G. *Nuclear Safety*. 1 ed. England, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006.

RADIATIONWORKS.[2013?]. Disponível em < http://www.hnsa.org/virtual-tour/> Acesso em: 19 abr. 2014, 16:29h.

SFMNPA - SAN FRANCISCO MARITIME NATIONAL PARK ASSOCIATION. 2011a. Disponível em < http://www.radiationworks.com/version2/NSSavannah.htm> Acesso em: 07 fev. 2015, 21:07h.

SFMNPA - SAN FRANCISCO MARITIME NATIONAL PARK ASSOCIATION. 2011b. Disponível em < http://www.maritime.org/tour/savannah/cv_05.php?pano=nr> Acesso em: 07 fev. 2015, 20:23h.

SFMNPA - SAN FRANCISCO MARITIME NATIONAL PARK ASSOCIATION. 2013. Disponível em < http://www.maritime.org/tour/savannah/ > Acesso em: 07 fev. 2015, 20:05h.

SHERIDAN, T.B., 2008, " Risk, Human Error, and System Resilience: Fundamental Ideas", *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, v. 50, nº 3, pp. 418-426.

SHIPPINGPORT POWER STATION - REACTOR VESSEL CLEAR OF RAILROAD CAR - 13811-I. 1956. Altura: 2860 pixels. Largura:3576 pixels. Tamanho: 898 KB. Formato: JPG. Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Shippingport_LOC_135430pu.jpg>. Acesso em: 12 nov. 2014, 21:38h.

SHRADER-FRECHETTE, K., Person, L., 2002, "Ethical, logical and scientific problems with the new ICRP proposals", *Journal of Radiological Protection*, Vol. 22, pp 149-161.

USNRC - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMISSION, *NUREG 75/014, WASH-1400, Reactor Safety Study, an assessment of accident risks in U.S. commercial nuclear power plants*. Washington, DC - USA. Out. 1975.

USNRC - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMISSION, *Regulatory Guide 1.174 - An approach for using probabilistic risk assessment in risk-informed decisions on plant-specific changes to the licensing basis - Rev 2*. Washington, DC - USA. Mar. 2011.

USNRC - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMISSION, Regulatory Guide 1.200 - An Approach for Determining the Technical Adequacy of Probabilistic Risk Assessment Results for Risk-Informed Activities- Rev *2*. Washington, DC - USA. Mar. 2009.

USNRC - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMISSION. *Glossary - Performance-Based Regulation.* 2014. Disponível em: < http://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/performance-based-regulation.html>. Acesso em: 10 nov. 2014, 17:00h.

USNRC - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMISSION. NRC Regulatory Guides. 2014. Disponível em: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/reg-guides/>. Acesso em: 10 dez. 2014, 22:25h.

USNRC - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMISSION. Part 50 - Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities. 2014. Disponível em: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part050/full-text.html#part050-0001>. Acesso em: 06 nov. 2014, 09:00h.

USNRC - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMISSION. 60 FR 42622 - Use of Probabilistic Risk Assessment Methods in Nuclear Regulatory Activities; Final Policy Statement. 1995. Disponível em: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/policy/60fr42622.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2013, 14:27h.

ANEXO - PROCESSO DE ELABORAÇÃO DOS REQUISITOS PARA PROJETO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS ESPECIAIS

A.1 Descrição do Processo

Apresenta-se neste anexo a descrição detalhada do processo realizado para elaboração do conjunto de requisitos para embasar projetos de Instalações Industriais Especiais (de acordo com a definição utilizada nesta dissertação para essa terminologia). Tal processo consistiu no cumprimento das etapas apresentadas a seguir.

Etapa 1: as informações disponíveis a respeito das instalações construídas para prestar suporte ao N.S. Savannah e que foram apresentadas no texto da dissertação, bem como aquelas a respeito das considerações e requisitos do apoio logístico do Submarino Nuclear de Ataque a serem atendidas, também apresentadas no corpo deste trabalho foram organizadas separadamente na forma de duas tabelas.

A Tabela A2 contém o registro dos requisitos e considerações do apoio logístico do Submarino Nuclear de Ataque, retiradas da Seção 4 desta dissertação, e encontra-se organizada por meio das seguintes colunas: Área - que indica o contexto no qual as necessidades do SNA se encaixam; Código - numeração adotada para cada linha, para facilitar busca e referência; "Requisitos a serem cumpridos pelas IIE (...)" - na qual se encontram relacionados os requisitos do SNA que devem ser atendidos pelas Instalações Industriais Especiais.

Por sua vez, a Tabela A3, contém o registro das informações das Instalações de Apoio Logístico do N.S. Savannah, extraídas da Seção 5 da presente dissertação, e foi organizada de acordo com a seguinte disposição de colunas: "Área" - indica se as informações advém das instalações em terra ou do N.S.V. Atomic Servant; "SubÁrea" - indica o sistema ou a área na qual foi apresentada a informação; "Código" - idem ao anterior, trata-se de uma codificação adotada para facilitar busca e referência; e em "Descrição Básica (...)" estão contidas as informações das instalações de suporte ao N.S. Savannah.

O processo de elaboração das tabelas é exemplificado por meio da Figura A1.

Trecho extraído da Dissertação, a título de exemplo.

(...)

a) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação
Destinado a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.

Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGRR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica.

Área de armazenamento para rejeitos
Deveria ser grande o suficiente para mantê-los num **período entre o evento de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o evento de**

(...)

Informações sobre as IAL do N.S. Savannah organizadas em forma de tabela - extrato da Tabela 1

Área	Subárea	Código	Descrição Básica dos Sistemas, Estruturas e Componentes
Instalações		L1	Local para armazenamento, manutenção e
(...)			
Instalações de apoio ao N.S. Savannah em terra - Todd Shipyard	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação	L31	Destinado a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.
		L32	Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica.
Instalações de apoio ao	Area de descontaminaçã	L33	Local para limpeza de ferramentas.
		L34	local para movimentação de containeres e
(...)			
Instalações de apoio ao N.S. Savannah em terra - Todd Shipyard	Área de Armazenamento de Rejeitos	L45	Deveria ser grande o suficiente para mantê-los num **período entre o evento de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o evento de transporte para deposição.**
Instalações		L46	Deveria ser prevista área para armazenamento

Figura A1 - exemplificação da elaboração da Tabela A3 (o mesmo processo foi realizado para elaboração da Tabela A2).

Etapa 2: foi realizada a verificação da aplicabilidade / coerência / generalidade das informações pertencentes ao registro da IAL do N.S. Savannah (Tabela A3) em relação a cada "Requisito Básico (...)" do SNA (Tabela A1). Nesse processo, o critério de julgamento apresentado na Tabela 3 foi aplicado a cada informação das IAL do N.S. Savannah a fim de verificar se:

a) a informação se ajusta no contexto do requisito do SNA em questão, ou seja, se é aplicável ao contexto do requisito, se obedece à regra R1 do critério de julgamento;
b) a informação possui caráter geral, sem especificar dados particulares tomados exclusivamente para o projeto das instalações de apoio do N.S. Savannah, ou seja, se cumpre a regra R2.

Tabela A1 - Critério de Julgamento.

Título	Código	Regra
Aplicabilidade	R1	A informação deve ser aplicável no contexto da necessidade em análise.
Generalidade	R2	A informação deve possuir caráter geral de modo a evitar o embargo de uma futura solução de projeto.

A seguir apresenta-se dois exemplos de aplicação do critério de julgamento:

Exemplo 1: em relação ao seguinte requisito básico do SNA a ser cumprido: "Meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos (código C1 da Tabela A2)", a informação:

"Instalações para troca de combustível" (código L6 da Tabela A3)

não atende R1, pois o assunto apresentado em tal informação não possui diretamente a finalidade de exercer o papel de "meio de proteção contra acidentes nucleares(...)", mas de permitir a realização da troca de combustível, assim, L6 falha na regra R1 do critério de julgamento quanto ao atendimento da necessidade C1 em questão.

Exemplo 2: em relação ao requisito básico: "Previsão de instalações especializadas em descontaminação de componentes (código C21 da Tabela A2), a informação: "Deveria ser separado dos demais por uma parede de 35 pés de altura" (Código L44 da Tabela A3) não atende R2, pois a informação, apesar de ser aplicável à necessidade em questão e coerente com o contexto das instalações voltadas para descontaminação de componentes não possui caráter geral, é específica para o projeto das instalações de suporte do N.S. Savannah.

A Tabela A4 apresenta o resultado de todos os julgamentos realizados.

Etapa 3: elaborou-se uma proposta de sistema modelo de Instalações Industriais Especiais, de forma que abarcasse as informações apresentadas na Tabela A4.

A proposta logrou êxito, conforme apresentado na etapa seguinte, que trata da associação entre as informações das instalações de apoio ao N.S. Savannah e os componentes do sistema proposto.

Etapa 4: As informações da IAL do N.S. Savannah constantes da Tabela A4 foram organizadas sob forma de coluna única e associadas de modo plurívoco a cada componente do sistema proposto inicialmente como modelo de IIE, ou seja, uma informação poderia estar relacionada a mais de um sistema.

Conforme mencionado na etapa anterior, não ocorreram casos de incompletude por parte da proposta inicial do sistema, ou seja, todas as informações da IAL do N.S. Savannah apresentaram correspondência com pelo menos um dos componentes do sistema proposto. O resultado dessa associação consta da Tabela A5.

Etapa 5: Uma vez que as informações das IAL do N.S. Savannah correspondentes a cada requisito do apoio logístico do SNA foram associadas aos componentes do sistema proposto como modelo de IIE, realizou-se a organização dessas informações por ordem dos componentes do sistema, e o resultado consta da Tabela A6.

Observa-se que pelo fato da associação entre as informações das IAL do N.S. Savannah ter ocorrido de modo plurívoco, a mesma informação pode estar relacionada a mais de um componente do sistema, e, por sua vez, poderá aparecer mais de uma vez na Tabela 6.

Organizadas dessa forma, preparou-se uma base de sugestão a ser empregada no processo de elaboração dos requisitos específicos para subsidiar projetos de Instalações Industriais Especiais. A mesma informação proveniente do N.S. Savannah pode estar relacionada a mais de um requisito do apoio logístico do SNA e estar associada a mais de

um componente do sistema. Essa alteração no contexto ao qual a informação encontra-se inserida pode levar à descrição de requisitos relevantes, que de outra forma não ocorreria, ou estaria sujeita ao acaso.

A.2 Registro dos requisitos do Submarino Nuclear de Ataque

A Tabela A2 a seguir contém a compilação das informações apresentadas na seção 4 da presente tese, e retratam os requisitos primordiais que devem ser cumpridos pelas Instalações Industriais Especiais sob.

Tabela A2 - registro dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA.

Área	Código	Requisitos a serem cumpridos pelas IIE devido à presença do SNA
No projeto das instalações de Apoio Logístico, devido à presença do SNA, deverão ser considerados	C1	Meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.
	C2	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.
	C3	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.
	C4	Meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.
	C5	Meios para armazenagem de combustível novo.
	C6	Meios para armazenagem de combustível usado.
	C7	Meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.
	C8	Meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.
No projeto, deverão ser consideradas medidas contra agressões ambientais que poderão refletir no Navio e respectiva Instalação Nuclear	C9	Meios de proteção contra agressões externas naturais e de mitigação das suas consequências.
	C10	Meios de proteção contra atos de sabotagem e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.
	C11	Meios de proteção do Grupo Crítico contra os efeitos de liberações anormais de material radioativo, e de mitigação dos efeitos de liberação desses materiais.
O Apoio Logístico deverá	C12	Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos,

atender os seguintes requisitos do Navio		ventilação e água.
	C13	Previsão de cais de atracação.
	C14	Previsão de doca seca.
	C15	Previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.
	C16	Previsão de oficinas.
	C17	Previsão de pessoal especializado em manutenção e reparo.
O Apoio Logístico deverá atender os seguintes requisitos da Instalação Nuclear	C18	Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento (esta última com qualidade adequada - partículas em suspensão, poluentes diversos, organismos vivos, temperatura) no cais e na doca seca.
	C19	Previsão de instalações especializadas para troca de combustível.
	C20	Previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.
	C21	Previsão de instalações especializadas em descontaminação de componentes.
	C22	Previsão de blindagem e confinamento no cais e em dique seco.
	C23	Previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.
	C24	Previsão de "oficina quente".
	C25	Previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.
O Apoio Logístico deverá atender os seguintes requisitos do Ambiente	C26	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.
	C27	Meios de mitigação dos efeitos da descarga no mar de água de resfriamento aquecida.
	C28	Meios de proteção contra descarga no mar de produtos químicos não radioativos, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.

A.3 Registro das Instalações de Apoio Logístico previstas para prestar suporte ao N.S. Savannah

A Tabela A3 a seguir contém um conjunto de informações, que estão apresentadas no Capítulo 5 desta dissertação, provenientes da descrição das instalações construídas para prestar apoio ao primeiro navio comercial de propulsão nuclear.

Tabela A3 - registro contendo a descrição das instalações de apoio logístico do N.S. Savannah.

Área	Subárea	Código	Descrição Básica dos Sistemas, Estruturas e Componentes das IAL do N.S. Savannah
Todd Shipyard	Geral	L1	Local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.
		L2	instalações para armazenamento, inspeção e transferfência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.
		L3	um almoxarifado de peças de reposição incluindo áreas de recebimento e inspeção de sobressalentes do N.S. Savannah.
		L4	Um espaço para escritórios destinado à administração do serviço de apoio.
		L5	Instalações para manutenção.
		L6	Instalações para troca de combustível.
		L7	Instalações para transferência de rejeitos.
		L8	Instalações para docagem a seco.
		L9	Previsão de Lavanderia Quente - LQ para processar as roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.
		L10	Compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.
		L11	Previsão de instalações de radioproteção e primeiros socorros devem ser previstas para proteção do pessoal da manutenção.
Todd Shipyard	Instalação de Apoio Nuclear.	L12	Instalação de Apoio Nuclear.
		L13	Área destinada a armazenamento e manutenção do equipamento de troca de combustível.
		L14	Área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos.

		L15	Armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.
		L16	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.
		L17	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.
		L18	Área para armazenamento de peças sobressalentes do flutuante de manutenção.
Todd Shipyard	Cais e Pieres.	L19	Instalações constituintes dos Cais e Pieres.
		L20	Instalações de atracação com capacidade de receber o flutuante de manutenção, dotadas de um guindaste de 50 toneladas com alcance (outreach) de 25 pés para o interior do flutuante de manutenção contados a partir da borda. Tal guindaste seria capaz de mover carga a uma altura de 33 pés abaixo do gancho, estando sobre a escotilha do navio (na situação com 8 pés de calado). Ou seja, a altura de gancho seria de 50 pés acima do nível de água na maré alta. Deveria ser prevista uma linha férrea sob a área do gancho do guindaste.
Todd Shipyard	Estrutura de Interligação.	L21	Instalações constituintes da Estrutura de Interligação.
		L22	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.
Todd Shipyard	Edifício de Manutenção Nuclear.	L23	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção Nuclear.
		L24	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).
		L25	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.
		L26	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.
		L27	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.
		L28	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.

		L29	Não deveria existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados neste edifício (esse compartimento deveria ser incluído à parte das instalações, sobre o flutuante de manutenção).
Todd Shipyard	Edifício de Manutenção.	L30	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção.
		L31	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível. A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.
		L32	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.
		L33	Devido ao longo intervalo de tempo entre as operações de troca, seria impraticável manter uma equipe bem treinada nos procedimentos pela prática do serviço. Logo, seria necessário possuir uma modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, poder-se-ia minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e tornar o procedimento mais seguro. No edifício de manutenção seria previsto espaço, também, para armazenamento e montagem desse "simulador" (anteriormente à operação de troca de combustível).
Todd Shipyard	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.	L34	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.
		L35	Seria capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de: a) Água radioativa. b) Resina desmineralizadora radioativa. c) Qualquer material sólido radioativo. d) Componentes e equipamentos radioativos.
Todd Shipyard	Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.	L36	Meios do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.
		L37	Rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação. Esse sistema envolveria: a) Filtros. b) Tanques desmineralizadores. c) Tanques de descarga. d) Bombas de transferência. e) Meios de ventilação e extração de gás.

Todd Shipyard	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.	L38	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.
		L39	Destinado a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.
		L40	Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica.
Todd Shipyard	Área de descontaminação.	L41	Instalações constituintes da Área de Descontaminação.
		L42	Local para limpeza de ferramentas.
		L43	local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radioativos.
		L44	Deveria ser separado dos demais por uma parede de 35 pés de altura.
		L45	O acesso de grandes equipamentos ocorreria por meio de porta deslizante e teto removível.
		L46	O piso deveria ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.
		L47	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas foram posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.
		L48	Pisos gradeados de aço foram instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.
Todd Shipyard	Área de Troca de Combustível.	L49	Instalações constituintes da Área de Troca de Combustível.
		L50	Deveria possuir a função de atracação do N.S. Savannah e de um local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, os guindastes flutuantes (caso fosse requisitado), e o pessoal responsável pela operação de troca.
		L51	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.
Todd Shipyard	Doca seca.	L52	Instalações constituintes da doca seca.

		L53	A manobra de docagem ocorreria de forma semelhante à docagem a seco de um navio convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deveria exigir um arranjo especial do picadeiro.
		L54	Sistema de remoção do calor residual do reator deveria ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.
		L55	As instalações de docagem a seco deveriam ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde fosse detectado nível excessivo radiação.
Todd Shipyard	Área de Armazenamento de Rejeitos.	L56	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Rejeitos.
		L57	Deveria ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o evento de transporte para deposição.
Todd Shipyard	Área de Armazenamento de Embalagens.	L58	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Embalagens.
		L59	Deveria ser prevista área para armazenamento de novos containeres que seriam utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos. Tais containeres deveriam esta disponíveis para suprir o flutuante de manutenção.
N.S.V. Atomic Servant.	Geral	L60	Embarcação N.S.V. Atomic Servant.
		L61	Cinco anteparas estanques dividindo transversalmente o flutuante de proa a popa.
		L62	Espaço para armazenamento de elementos combustíveis usados situado à meia-nau, e grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.
		L63	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.
		L64	Espaço para equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações executadas nele, para proteção de pessoal.
		L65	Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.

N.S.V. Atomic Servant.	Sistema de Manutenção Nuclear.	L66	Meios constituintes do sistema de Manutenção Nuclear.
		L67	Meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.
		L68	Meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.
		L69	Meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.
		L70	Meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.
		L71	Meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do N.S. Savannah: a) Água contaminada. b) Resina desmineralizadora contaminada. c) Equipamentos e componentes contaminados.
		L72	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.
		L73	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah através de procedimentos de descontaminação.
		L74	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.
		L75	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.
		L76	Meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.
N.S.V. Atomic Servant.	Sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.	L77	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.

		L78	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.
		L79	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah por meio de procedimentos de descontaminação.
		L80	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.
		L81	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.
		L82	A atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados ocorreria de acordo com os seguintes modos: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.
		L83	Possuia válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).
N.S.V. Atomic Servant.	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.	L84	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.
		L85	Consistia em dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do N. S. Savannah.
		L86	Cada circuito de tratamento consistia de: a) um pré-filtro. b) desmineralizador. c) um pós-filtro.
		L87	Foram previstas válvulas que permitiam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.
		L88	Foram previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).

		L89	As tubulações foram dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.
		L90	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não havia conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos. Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também faziam parte desse sistema.
N.S.V. Atomic Servant.	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.	L91	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.
		L92	Possuia equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.
		L93	Possuia embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.
		L94	Consistia de: a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores. b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque. c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N. S. Savannah.
N.S.V. Atomic Servant.	Poço de armazenamento de combustível usado.	L95	Instalações do poço de armazenamento de combustível usado.
		L96	Esse poço possui um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.
		L97	Possuia espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle.
		L98	Possuia meios para remoção de calor residual.
		L99	Possuia meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.
		L100	Possuia meios de redução da atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.
		L101	capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.

		L102	capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.
N.S.V. Atomic Servant.	Sistema de ventilação e remoção de gases.	L103	Instalações do sistema de ventilação e remoção de gases.
		L104	Consistia de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.
N.S.V. Atomic Servant.	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	L105	Meios para drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.
		L106	Seria realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.
		L107	Meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.
N.S.V. Atomic Servant.	Proteção Radiológica.	L108	Meios Proteção Radiológica.
		L109	Os sistemas de manutenção nuclear possuiam blindagens de chumbo com espessuras adequadas.
		L110	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta(sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" foram revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.
		L111	O poço de armazenamento de combustíveis usados possuia ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas. Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.
		L112	Cuidados especiais foram tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação estavam sob rígido controle.
		L113	Todo ar era exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior do flutuante insuflado nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garantia a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.
		L114	As "áreas quentes" possuiam pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo esses ambientes sob depressão. Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.

		L115	O transporte de radioatividade pela água deveria ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que conteriam água contaminada foram confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas foram projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).
		L116	Toda drenagem de água contaminada foi confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.
		L117	Vazamentos dos sistemas relacionados com material contaminado drenam para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.
		L118	Tanques de água contaminada foram equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.
		L119	Deveria ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.
		L120	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que deveriam ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais teriam sido especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.
N.S.V. Atomic Servant.	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	L121	Instalações do laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.
		L122	Possuia equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.
		L123	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deveria ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.
		L124	O pessoal do laboratório seria responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.
N.S.V. Atomic Servant.	Vestiário e Lavanderia.	L125	Compartimentos de vestiário e lavanderia.

		L126	No vestiário deveriam ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.
		L127	A lavanderia possuia equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.
N.S.V. Atomic Servant.	Manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.	L128	Meios para execução de manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.
		L129	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuíam contato com material radioativo estivessem adequadamente confinados, não seriam necessários procedimentos especiais para manutenção geral do N.S.V. Atomic Servant.
		L130	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca. Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.
		L131	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderiam ser necessários, e isso poderia ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.

A.3 Registro da avaliação das informações das instalações de suporte do N.S. Savannah

As tabelas A4.1 até A4.4 apresentadas a seguir mostram o resultado da avaliação das informações pertencentes ao registro das IAL do N.S. Savannah (Tabela A3) para cada requisito / consideração exigida pelo apoio logístico do SNA (Tabela A2) por meio do emprego do critério de julgamento constante da Tabela A1.

A forma como encontram-se apresentados os resultados foi sintetizada da seguinte forma: as células indicadas pelo algarismo 1 indicam que a informação da IAL do N.S. Savannah foi aprovada pelo critério de julgamento para o requisito/consideração em análise.

Tabela A4.1 - registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C1 a C8.

		No projeto das instalações de Apoio Logístico, devido à presença do SNA, deverão ser considerados							
		Meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.	Meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.	Meios para armazenagem de combustível novo.	Meios para armazenagem de combustível usado.	Meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.	Meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Código	Descrição Básica dos Sistemas, Estruturas e Componentes das IAL do N.S. Savannah								

L1	Local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.				1				
L2	instalações para armazenamento, inspeção e transferfência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.				1				
L3	um almoxarifado de peças de reposição incluindo áreas de recebimento e inspeção de sobressalentes do N.S. Savannah.							1	
L4	Um espaço para escritórios destinado à administração do serviço de apoio.								
L5	Instalações para manutenção.							1	
L6	Instalações para troca de combustível.				1				1
L7	Instalações para transferência de rejeitos.				1				1
L8	Instalações para docagem a seco.				1			1	1
L9	Previsão de Lavanderia Quente - LQ para processar as roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		1		1				1
L10	Compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		1		1				1
L11	Previsão de instalações de radioproteção e primeiros socorros devem ser previstas para proteção do pessoal da manutenção.	1	1	1	1				1
L12	Instalação de Apoio Nuclear.								
L13	Área destinada a armazenamento e manutenção do equipamento de troca de combustível.								
L14	Área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos.	1	1						
L15	Armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.								

L16	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.								
L17	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.								
L18	Área para armazenamento de peças sobressalentes do flutuante de manutenção.								
L19	Instalações constituintes dos Cais e Pieres.								
L20	Instalações de atracação com capacidade de receber o flutuante de manutenção, dotadas de um guindaste de 50 toneladas com alcance (outreach) de 25 pés para o interior do flutuante de manutenção contados a partir da borda. Tal guindaste seria capaz de mover carga a uma altura de 33 pés abaixo do gancho, estando sobre a escotilha do navio (na situação com 8 pés de calado). Ou seja, a altura de gancho seria de 50 pés acima do nível de água na maré alta. Deveria ser prevista uma linha férrea sob a área do gancho do guindaste.								
L21	Instalações constituintes da Estrutura de Interligação.								
L22	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.								
L23	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção Nuclear.								
L24	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).		1			1			

L25	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.								
L26	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.								
L27	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.								
L28	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.								
L29	Não deveria existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados neste edifício (esse compartimento deveria ser incluído à parte das instalações, sobre o flutuante de manutenção).						1		
L30	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção.								
L31	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível. A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.								
L32	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.								

L33	Devido ao longo intervalo de tempo entre as operações de troca, seria impraticável manter uma equipe bem treinada nos procedimentos pela prática do serviço. Logo, seria necessário possuir uma modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, poder-se-ia minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e tornar o procedimento mais seguro. No edifício de manutenção seria previsto espaço, também, para armazenamento e montagem desse "simulador" (anteriormente à operação de troca de combustível).	1	1		1				
L34	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.								
L35	Seria capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de: a) Água radioativa. b) Resina desmineralizadora radioativa. c) Qualquer material sólido radioativo. d) Componentes e equipamentos radioativos.								
L36	Meios do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.								

L37	Rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação. Esse sistema envolveria: a) Filtros. b) Tanques desmineralizadores. c) Tanques de descarga. d) Bombas de transferência. e) Meios de ventilação e extração de gás.								
L38	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.								
L39	Destinado a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.								
L40	Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica.	1		1					
L41	Instalações constituintes da Área de Descontaminação.								
L42	Local para limpeza de ferramentas.								
L43	local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radioativos.								
L44	Deveria ser separado dos demais por uma parede de 35 pés de altura.								
L45	O acesso de grandes equipamentos ocorreria por meio de porta deslizante e teto removível.								

L46	O piso deveria ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.		1						
L47	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas foram posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.		1						
L48	Pisos gradeados de aço foram instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.		1						
L49	Instalações constituintes da Área de Troca de Combustível.								
L50	Deveria possuir a função de atracação do N.S. Savannah e de um local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, os guindastes flutuantes (caso fosse requisitado), e o pessoal responsável pela operação de troca.								
L51	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.								
L52	Instalações constituintes da doca seca.								
L53	A manobra de docagem ocorreria de forma semelhante à docagem a seco de um navio convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deveria exigir um arranjo especial do picadeiro.								

L54	Sistema de remoção do calor residual do reator deveria ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	1		1					
L55	As instalações de docagem a seco deveriam ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde fosse detectado nível excessivo radiação.	1		1					
L56	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Rejeitos.								
L57	Deveria ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o evento de transporte para deposição.								
L58	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Embalagens.								
L59	Deveria ser prevista área para armazenamento de novos containeres que seriam utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos. Tais containeres deveriam esta disponíveis para suprir o flutuante de manutenção.								
L60	Embarcação N.S.V. Atomic Servant.								
L61	Cinco anteparas estanques dividindo transversalmente o flutuante de proa a popa.								
L62	Espaço para armazenamento de elementos combustíveis usados situado à meia-nau, e grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.						1		

L63	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.								
L64	Espaço para equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações executadas nele, para proteção de pessoal.	1	1						
L65	Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	1	1						
L66	Meios constituintes do sistema de Manutenção Nuclear.								
L67	Meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.								
L68	Meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.								
L69	Meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.								
L70	Meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	1	1	1					
L71	Meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do N.S. Savannah: a) Água contaminada. b) Resina desmineralizadora contaminada. c) Equipamentos e componentes contaminados.								
L72	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		1	1					

L73	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah através de procedimentos de descontaminação.		1	1					
L74	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		1	1					
L75	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.								
L76	Meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		1	1					
L77	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.								
L78	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		1	1					
L79	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah por meio de procedimentos de descontaminação.		1	1					

L80	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		1	1					
L81	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.								
L82	A atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados ocorreria de acordo com os seguintes modos: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		1	1					
L83	Possuia válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).		1						
L84	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.								
L85	Consistia em dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do N. S. Savannah.								

L86	Cada circuito de tratamento consistia de: a) um pré-filtro. b) desmineralizador. c) um pós-filtro.								
L87	Foram previstas válvulas que permitiam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.								
L88	Foram previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).								
L89	As tubulações foram dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.								
L90	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não havia conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos. Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também faziam parte desse sistema.								
L91	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.								
L92	Possuia equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.								

L93	Possuia embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.								
L94	Consistia de: a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores. b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque. c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N. S. Savanna.								
L95	Instalações do poço de armazenamento de combustível usado.						1		
L96	Esse poço possui um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.		1				1		
L97	Possuia espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle.						1		
L98	Possuia meios para remoção de calor residual.	1		1			1		
L99	Possuia meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	1	1	1			1		
L100	Possuia meios de redução da atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.		1	1			1		

L101	capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	1	1	1			1		
L102	capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	1		1			1		
L103	Instalações do sistema de ventilação e remoção de gases.								
L104	Consistia de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		1	1					
L105	Meios para drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.		1	1					
L106	Seria realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.								
L107	Meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	1	1	1					
L108	Meios Proteção Radiológica.	1	1	1					
L109	Os sistemas de manutenção nuclear possuiam blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	1	1	1					

L110	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta(sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" foram revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.								
L111	O poço de armazenamento de combustíveis usados possuia ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas. Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.								
L112	Cuidados especiais foram tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação estavam sob rígido controle.	1	1	1					
L113	Todo ar era exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior do flutuante insuflado nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garantia a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	1	1	1					
L114	As "áreas quentes" possuiam pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo esses ambientes sob depressão. Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.								

L115	O transporte de radioatividade pela água deveria ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que conteriam água contaminada foram confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas foram projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	1	1	1					
L116	Toda drenagem de água contaminada foi confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.								
L117	Vazamentos dos sistemas relacionados com material contaminado drenam para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.								
L118	Tanques de água contaminada foram equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.								
L119	Deveria ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.		1	1					
L120	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que deveriam ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais teriam sido especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.		1						

L121	Instalações do laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	1	1	1					
L122	Possuia equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	1	1	1					
L123	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deveria ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	1	1	1					
L124	O pessoal do laboratório seria responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	1	1	1					
L125	Compartimentos de vestiário e lavanderia.	1	1	1					
L126	No vestiário deveriam ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	1	1	1					
L127	A lavanderia possuia equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	1	1	1					
L128	Meios para execução de manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.								

L129	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuíam contato com material radioativo estivessem adequadamente confinados, não seriam necessários procedimentos especiais para manutenção geral do N.S.V. Atomic Servant.								
L130	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca. Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.								
L131	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderiam ser necessários, e isso poderia ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.								

Tabela A4.2 - registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C9 a C17.

		No projeto, deverão ser consideradas medidas contra agressões ambientais que poderão refletir no Navio e respectiva Instalação Nuclear:			O Apoio Logístico deverá atender os seguintes requisitos do Navio:					
		Meios de proteção contra agressões externas naturais e de mitigação das suas consequências.	Meios de proteção contra atos de sabotagem e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.	Meios de proteção do Grupo Crítico contra os efeitos de liberações anormais de material radioativo, e de mitigação dos efeitos de liberação desses materiais.	Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água.	Previsão de cais de atracação.	Previsão de doca seca.	Previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.	Previsão de oficinas.	Previsão de pessoal especializado em manutenção e reparo.
		C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
Código	Descrição Básica dos Sistemas, Estruturas e Componentes das IAL do N.S. Savannah									
L1	Local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.									

L2	instalações para armazenamento, inspeção e transferfência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.									
L3	um almoxarifado de peças de reposição incluindo áreas de recebimento e inspeção de sobressalentes do N.S. Savannah.							1		
L4	Um espaço para escritórios destinado à administração do serviço de apoio.									
L5	Instalações para manutenção.								1	
L6	Instalações para troca de combustível.									
L7	Instalações para transferência de rejeitos.									
L8	Instalações para docagem a seco.						1			
L9	Previsão de Lavanderia Quente - LQ para processar as roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.									
L10	Compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.									
L11	Previsão de instalações de radioproteção e primeiros socorros devem ser previstas para proteção do pessoal da manutenção.									
L12	Instalação de Apoio Nuclear.									
L13	Área destinada a armazenamento e manutenção do equipamento de troca de combustível.									
L14	Área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos.									
L15	Armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.									
L16	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.									

L17	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.									
L18	Área para armazenamento de peças sobressalentes do flutuante de manutenção.							1		
L19	Instalações constituintes dos Cais e Pieres.					1				
L20	Instalações de atracação com capacidade de receber o flutuante de manutenção, dotadas de um guindaste de 50 toneladas com alcance (outreach) de 25 pés para o interior do flutuante de manutenção contados a partir da borda. Tal guindaste seria capaz de mover carga a uma altura de 33 pés abaixo do gancho, estando sobre a escotilha do navio (na situação com 8 pés de calado). Ou seja, a altura de gancho seria de 50 pés acima do nível de água na maré alta. Deveria ser prevista uma linha férrea sob a área do gancho do guindaste.									
L21	Instalações constituintes da Estrutura de Interligação.									
L22	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.									
L23	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção Nuclear.									
L24	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).									
L25	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.									

L26	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.									
L27	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.									
L28	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.									
L29	Não deveria existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados neste edifício (esse compartimento deveria ser incluído à parte das instalações, sobre o flutuante de manutenção).									
L30	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção.									
L31	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível. A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.									
L32	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.									

L33	Devido ao longo intervalo de tempo entre as operações de troca, seria impraticável manter uma equipe bem treinada nos procedimentos pela prática do serviço. Logo, seria necessário possuir uma modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, poder-se-ia minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e tornar o procedimento mais seguro. No edifício de manutenção seria previsto espaço, também, para armazenamento e montagem desse "simulador" (anteriormente à operação de troca de combustível).									
L34	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.									
L35	Seria capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de: a) Água radioativa. b) Resina desmineralizadora radioativa. c) Qualquer material sólido radioativo. d) Componentes e equipamentos radioativos.									
L36	Meios do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.									

L37	Rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação. Esse sistema envolveria: a) Filtros. b) Tanques desmineralizadores. c) Tanques de descarga. d) Bombas de transferência. e) Meios de ventilação e extração de gás.									
L38	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.									
L39	Destinado a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.									
L40	Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica.									
L41	Instalações constituintes da Área de Descontaminação.									
L42	Local para limpeza de ferramentas.									
L43	local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radioativos.									
L44	Deveria ser separado dos demais por uma parede de 35 pés de altura.									
L45	O acesso de grandes equipamentos ocorreria por meio de porta deslizante e teto removível.									

L46	O piso deveria ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.									
L47	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas foram posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.									
L48	Pisos gradeados de aço foram instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.									
L49	Instalações constituintes da Área de Troca de Combustível.									
L50	Deveria possuir a função de atracação do N.S. Savannah e de um local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, os guindastes flutuantes (caso fosse requisitado), e o pessoal responsável pela operação de troca.									
L51	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.									
L52	Instalações constituintes da doca seca.						1			
L53	A manobra de docagem ocorreria de forma semelhante à docagem a seco de um navio convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deveria exigir um arranjo especial do picadeiro.						1			

L54	Sistema de remoção do calor residual do reator deveria ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.						1			
L55	As instalações de docagem a seco deveriam ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde fosse detectado nível excessivo radiação.						1			
L56	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Rejeitos.									
L57	Deveria ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o evento de transporte para deposição.									
L58	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Embalagens.									
L59	Deveria ser prevista área para armazenamento de novos containeres que seriam utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos. Tais containeres deveriam esta disponíveis para suprir o flutuante de manutenção.									
L60	Embarcação N.S.V. Atomic Servant.									
L61	Cinco anteparas estanques dividindo transversalmente o flutuante de proa a popa.									
L62	Espaço para armazenamento de elementos combustíveis usados situado à meia-nau, e grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.									

L63	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.									
L64	Espaço para equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações executadas nele, para proteção de pessoal.									
L65	Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.									
L66	Meios constituintes do sistema de Manutenção Nuclear.									
L67	Meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.									
L68	Meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.									
L69	Meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.									
L70	Meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.									
L71	Meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do N.S. Savannah: a) Água contaminada. b) Resina desmineralizadora contaminada. c) Equipamentos e componentes contaminados.									
L72	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.									

L73	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah através de procedimentos de descontaminação.									
L74	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.									
L75	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.									
L76	Meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.									
L77	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.									
L78	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.									
L79	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah por meio de procedimentos de descontaminação.									

L80	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.									
L81	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.									
L82	A atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados ocorreria de acordo com os seguintes modos: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.									
L83	Possuia válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).									
L84	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.									
L85	Consistia em dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do N. S. Savannah.									

L86	Cada circuito de tratamento consistia de: a) um pré-filtro. b) desmineralizador. c) um pós-filtro.									
L87	Foram previstas válvulas que permitiam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.									
L88	Foram previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).									
L89	As tubulações foram dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.									
L90	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não havia conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos. Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também faziam parte desse sistema.									
L91	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.									
L92	Possuia equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.									

L93	Possuia embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.									
L94	Consistia de: a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores. b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque. c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N. S. Savanna.									
L95	Instalações do poço de armazenamento de combustível usado.									
L96	Esse poço possui um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.									
L97	Possuia espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle.									
L98	Possuia meios para remoção de calor residual.									
L99	Possuia meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.									
L100	Possuia meios de redução da atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.									

L101	capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.									
L102	capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.									
L103	Instalações do sistema de ventilação e remoção de gases.									
L104	Consistia de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.									
L105	Meios para drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.									
L106	Seria realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.									
L107	Meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.									
L108	Meios Proteção Radiológica.									
L109	Os sistemas de manutenção nuclear possuiam blindagens de chumbo com espessuras adequadas.									

L110	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta(sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" foram revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.									
L111	O poço de armazenamento de combustíveis usados possuia ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas. Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.									
L112	Cuidados especiais foram tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação estavam sob rígido controle.									
L113	Todo ar era exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior do flutuante insuflado nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garantia a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.									
L114	As "áreas quentes" possuiam pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo esses ambientes sob depressão. Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.									

L115	O transporte de radioatividade pela água deveria ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que conteriam água contaminada foram confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas foram projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).									
L116	Toda drenagem de água contaminada foi confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.									
L117	Vazamentos dos sistemas relacionados com material contaminado drenam para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.									
L118	Tanques de água contaminada foram equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.									
L119	Deveria ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.									
L120	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que deveriam ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais teriam sido especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.									

L121	Instalações do laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.									
L122	Possuia equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.									
L123	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deveria ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.									
L124	O pessoal do laboratório seria responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.									
L125	Compartimentos de vestiário e lavanderia.									
L126	No vestiário deveriam ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.									
L127	A lavanderia possuia equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.									
L128	Meios para execução de manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.						1			1

L129	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuíam contato com material radioativo estivessem adequadamente confinados, não seriam necessários procedimentos especiais para manutenção geral do N.S.V. Atomic Servant.						1			
L130	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca. Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.						1			
L131	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderiam ser necessários, e isso poderia ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.						1			

Tabela A4.3 - Registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C18 a C25.

		O Apoio Logístico deverá atender os seguintes requisitos da Instalação Nuclear:							
		Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento (esta última com qualidade adequada - partículas em suspensão, poluentes diversos, organismos vivos, temperatura) no cais e na doca seca.	Previsão de instalações especializadas para troca de combustível.	Previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.	Previsão de instalações especializadas em descontaminação de componentes.	Previsão de blindagem e confinamento no cais e em dique seco.	Previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.	Previsão de "oficina quente".	Previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.
		C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25
Código	Descrição Básica dos Sistemas, Estruturas e Componentes das IAL do N.S. Savannah								
L1	Local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.								

L2	instalações para armazenamento, inspeção e transferfência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.		1						
L3	um almoxarifado de peças de reposição incluindo áreas de recebimento e inspeção de sobressalentes do N.S. Savannah.						1		
L4	Um espaço para escritórios destinado à administração do serviço de apoio.								
L5	Instalações para manutenção.							1	
L6	Instalações para troca de combustível.		1						
L7	Instalações para transferência de rejeitos.			1					
L8	Instalações para docagem a seco.								
L9	Previsão de Lavanderia Quente - LQ para processar as roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.				1				
L10	Compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.				1				
L11	Previsão de instalações de radioproteção e primeiros socorros devem ser previstas para proteção do pessoal da manutenção.								
L12	Instalação de Apoio Nuclear.								
L13	Área destinada a armazenamento e manutenção do equipamento de troca de combustível.		1						
L14	Área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos.								
L15	Armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.						1		
L16	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.		1						

L17	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.			1					
L18	Área para armazenamento de peças sobressalentes do flutuante de manutenção.								
L19	Instalações constituintes dos Cais e Pieres.								
L20	Instalações de atracação com capacidade de receber o flutuante de manutenção, dotadas de um guindaste de 50 toneladas com alcance (outreach) de 25 pés para o interior do flutuante de manutenção contados a partir da borda. Tal guindaste seria capaz de mover carga a uma altura de 33 pés abaixo do gancho, estando sobre a escotilha do navio (na situação com 8 pés de calado). Ou seja, a altura de gancho seria de 50 pés acima do nível de água na maré alta. Deveria ser prevista uma linha férrea sob a área do gancho do guindaste.								
L21	Instalações constituintes da Estrutura de Interligação.								
L22	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.								
L23	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção Nuclear.								
L24	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).								
L25	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.		1						

L26	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.								
L27	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.								
L28	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.						1		
L29	Não deveria existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados neste edifício (esse compartimento deveria ser incluído à parte das instalações, sobre o flutuante de manutenção).								
L30	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção.								
L31	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível. A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.								
L32	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.								

L33	Devido ao longo intervalo de tempo entre as operações de troca, seria impraticável manter uma equipe bem treinada nos procedimentos pela prática do serviço. Logo, seria necessário possuir uma modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, poder-se-ia minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e tornar o procedimento mais seguro. No edifício de manutenção seria previsto espaço, também, para armazenamento e montagem desse "simulador" (anteriormente à operação de troca de combustível).								
L34	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.			1					
L35	Seria capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de: a) Água radioativa. b) Resina desmineralizadora radioativa. c) Qualquer material sólido radioativo. d) Componentes e equipamentos radioativos.			1					
L36	Meios do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.			1					

L37	Rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação. Esse sistema envolveria: a) Filtros. b) Tanques desmineralizadores. c) Tanques de descarga. d) Bombas de transferência. e) Meios de ventilação e extração de gás.			1					
L38	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.			1					
L39	Destinado a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.			1					
L40	Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica.			1					
L41	Instalações constituintes da Área de Descontaminação.				1				
L42	Local para limpeza de ferramentas.				1				
L43	local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radioativos.				1				
L44	Deveria ser separado dos demais por uma parede de 35 pés de altura.								
L45	O acesso de grandes equipamentos ocorreria por meio de porta deslizante e teto removível.				1				

L46	O piso deveria ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.				1				
L47	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas foram posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.				1				
L48	Pisos gradeados de aço foram instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.				1				
L49	Instalações constituintes da Área de Troca de Combustível.		1						
L50	Deveria possuir a função de atracação do N.S. Savannah e de um local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, os guindastes flutuantes (caso fosse requisitado), e o pessoal responsável pela operação de troca.		1						1
L51	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.		1						
L52	Instalações constituintes da doca seca.								
L53	A manobra de docagem ocorreria de forma semelhante à docagem a seco de um navio convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deveria exigir um arranjo especial do picadeiro.								

L54	Sistema de remoção do calor residual do reator deveria ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	1							
L55	As instalações de docagem a seco deveriam ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde fosse detectado nível excessivo radiação.					1			
L56	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Rejeitos.			1					
L57	Deveria ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o evento de transporte para deposição.			1					
L58	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Embalagens.			1					
L59	Deveria ser prevista área para armazenamento de novos containeres que seriam utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos. Tais containeres deveriam esta disponíveis para suprir o flutuante de manutenção.			1					
L60	Embarcação N.S.V. Atomic Servant.								
L61	Cinco anteparas estanques dividindo transversalmente o flutuante de proa a popa.								
L62	Espaço para armazenamento de elementos combustíveis usados situado à meia-nau, e grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.								

L63	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.			1					
L64	Espaço para equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações executadas nele, para proteção de pessoal.								
L65	Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.				1				
L66	Meios constituintes do sistema de Manutenção Nuclear.								
L67	Meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.		1						
L68	Meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.			1					
L69	Meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.				1				
L70	Meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.								
L71	Meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do N.S. Savannah: a) Água contaminada. b) Resina desmineralizadora contaminada. c) Equipamentos e componentes contaminados.			1					
L72	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.			1					

L73	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah através de procedimentos de descontaminação.			1					
L74	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.			1					
L75	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.			1					
L76	Meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.			1					
L77	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.			1					
L78	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.			1					
L79	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah por meio de procedimentos de descontaminação.			1					

L80	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.			1					
L81	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.			1					
L82	A atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados ocorreria de acordo com os seguintes modos: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.			1					
L83	Possuia válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).			1					
L84	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.			1					
L85	Consistia em dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do N. S. Savannah.			1					

L86	Cada circuito de tratamento consistia de: a) um pré-filtro. b) desmineralizador. c) um pós-filtro.			1					
L87	Foram previstas válvulas que permitiam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.			1					
L88	Foram previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).			1					
L89	As tubulações foram dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.			1					
L90	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não havia conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos. Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também faziam parte desse sistema.			1					
L91	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.			1					
L92	Possuia equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.			1					

L93	Possuia embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.			1					
L94	Consistia de: a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores. b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque. c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N. S. Savanna.			1					
L95	Instalações do poço de armazenamento de combustível usado.								
L96	Esse poço possui um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.								
L97	Possuia espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle.								
L98	Possuia meios para remoção de calor residual.								
L99	Possuia meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.								
L100	Possuia meios de redução da atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.								

L101	capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.								
L102	capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.								
L103	Instalações do sistema de ventilação e remoção de gases.			1					
L104	Consistia de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.			1					
L105	Meios para drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.			1					
L106	Seria realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.			1					
L107	Meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.			1					
L108	Meios Proteção Radiológica.								
L109	Os sistemas de manutenção nuclear possuiam blindagens de chumbo com espessuras adequadas.								

L110	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta(sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" foram revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.			1					
L111	O poço de armazenamento de combustíveis usados possuia ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas. Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.			1					
L112	Cuidados especiais foram tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação estavam sob rígido controle.			1					
L113	Todo ar era exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior do flutuante insuflado nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garantia a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.			1					
L114	As "áreas quentes" possuiam pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo esses ambientes sob depressão. Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.			1					

L115	O transporte de radioatividade pela água deveria ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que conteriam água contaminada foram confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas foram projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).			1					
L116	Toda drenagem de água contaminada foi confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.			1					
L117	Vazamentos dos sistemas relacionados com material contaminado drenam para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.			1					
L118	Tanques de água contaminada foram equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.			1					
L119	Deveria ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.			1					
L120	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que deveriam ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais teriam sido especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.			1					

L121	Instalações do laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.								
L122	Possuia equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.								
L123	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deveria ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.								
L124	O pessoal do laboratório seria responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.								
L125	Compartimentos de vestiário e lavanderia.				1				
L126	No vestiário deveriam ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.				1				
L127	A lavanderia possuia equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.				1				
L128	Meios para execução de manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.								

L129	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuíam contato com material radioativo estivessem adequadamente confinados, não seriam necessários procedimentos especiais para manutenção geral do N.S.V. Atomic Servant.								
L130	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca. Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.								
L131	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderiam ser necessários, e isso poderia ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.		1						

Tabela A4.4 - Registro da avaliação das informações das IAL do N.S. Savannah quanto ao cumprimento dos requisitos das instalações de apoio logístico que devem prestar suporte ao SNA - Considerações C26 a C28.

		O Apoio Logístico deverá atender os seguintes requisitos do Ambiente:		
		Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.	Meios de mitigação dos efeitos da descarga no mar de água de resfriamento aquecida.	Meios de proteção contra descarga no mar de produtos químicos não radioativos, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.
		C26	C27	C28
Código	Descrição Básica dos Sistemas, Estruturas e Componentes das IAL do N.S. Savannah			
L1	Local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.			
L2	instalações para armazenamento, inspeção e transferfência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.			
L3	um almoxarifado de peças de reposição incluindo áreas de recebimento e inspeção de sobressalentes do N.S. Savannah.			
L4	Um espaço para escritórios destinado à administração do serviço de apoio.			
L5	Instalações para manutenção.			
L6	Instalações para troca de combustível.			
L7	Instalações para transferência de rejeitos.			
L8	Instalações para docagem a seco.			
L9	Previsão de Lavanderia Quente - LQ para processar as roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	1		
L10	Compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	1		

L11	Previsão de instalações de radioproteção e primeiros socorros devem ser previstas para proteção do pessoal da manutenção.	1		
L12	Instalação de Apoio Nuclear.			
L13	Área destinada a armazenamento e manutenção do equipamento de troca de combustível.			
L14	Área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos.	1		
L15	Armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.			
L16	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.			
L17	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.			
L18	Área para armazenamento de peças sobressalentes do flutuante de manutenção.			
L19	Instalações constituintes dos Cais e Pieres.			
L20	Instalações de atracação com capacidade de receber o flutuante de manutenção, dotadas de um guindaste de 50 toneladas com alcance (outreach) de 25 pés para o interior do flutuante de manutenção contados a partir da borda. Tal guindaste seria capaz de mover carga a uma altura de 33 pés abaixo do gancho, estando sobre a escotilha do navio (na situação com 8 pés de calado). Ou seja, a altura de gancho seria de 50 pés acima do nível de água na maré alta. Deveria ser prevista uma linha férrea sob a área do gancho do guindaste.			
L21	Instalações constituintes da Estrutura de Interligação.			
L22	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.			
L23	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção Nuclear.			
L24	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	1		
L25	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.			
L26	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.			
L27	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.			
L28	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.			

L29	Não deveria existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados neste edifício (esse compartimento deveria ser incluído à parte das instalações, sobre o flutuante de manutenção).			
L30	Instalações constituintes do Edifício de Manutenção.			
L31	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível. A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.			
L32	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.			
L33	Devido ao longo intervalo de tempo entre as operações de troca, seria impraticável manter uma equipe bem treinada nos procedimentos pela prática do serviço. Logo, seria necessário possuir uma modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, poder-se-ia minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e tornar o procedimento mais seguro. No edifício de manutenção seria previsto espaço, também, para armazenamento e montagem desse "simulador" (anteriormente à operação de troca de combustível).	1		
L34	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.			
L35	Seria capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de: a) Água radioativa. b) Resina desmineralizadora radioativa. c) Qualquer material sólido radioativo. d) Componentes e equipamentos radioativos.			
L36	Meios do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.			

L37	Rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação. Esse sistema envolveria: a) Filtros. b) Tanques desmineralizadores. c) Tanques de descarga. d) Bombas de transferência. e) Meios de ventilação e extração de gás.			
L38	Meios do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.			
L39	Destinado a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.			
L40	Deveria ser possível instalar ao redor dos componentes do SGR blindagem de chumbo adequada para proteção radiológica.	1		
L41	Instalações constituintes da Área de Descontaminação.			
L42	Local para limpeza de ferramentas.			
L43	local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radioativos.			
L44	Deveria ser separado dos demais por uma parede de 35 pés de altura.			
L45	O acesso de grandes equipamentos ocorreria por meio de porta deslizante e teto removível.			
L46	O piso deveria ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	1		
L47	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas foram posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	1		
L48	Pisos gradeados de aço foram instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.	1		
L49	Instalações constituintes da Área de Troca de Combustível.			
L50	Deveria possuir a função de atracação do N.S. Savannah e de um local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, os guindastes flutuantes (caso fosse requisitado), e o pessoal responsável pela operação de troca.			
L51	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.			

L52	Instalações constituintes da doca seca.			
L53	A manobra de docagem ocorreria de forma semelhante à docagem a seco de um navio convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deveria exigir um arranjo especial do picadeiro.			
L54	Sistema de remoção do calor residual do reator deveria ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.			
L55	As instalações de docagem a seco deveriam ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde fosse detectado nível excessivo radiação.	1		
L56	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Rejeitos.			
L57	Deveria ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos provenientes do flutuante de manutenção e o evento de transporte para deposição.			
L58	Instalações constituintes da Área de Armazenamento de Embalagens.			
L59	Deveria ser prevista área para armazenamento de novos containeres que seriam utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos. Tais containeres deveriam esta disponíveis para suprir o flutuante de manutenção.			
L60	Embarcação N.S.V. Atomic Servant.			
L61	Cinco anteparas estanques dividindo transversalmente o flutuante de proa a popa.			
L62	Espaço para armazenamento de elementos combustíveis usados situado à meia-nau, e grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.			
L63	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.			
L64	Espaço para equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações executadas nele, para proteção de pessoal.	1		
L65	Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	1		
L66	Meios constituintes do sistema de Manutenção Nuclear.			
L67	Meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.			
L68	Meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.			

L69	Meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.			
L70	Meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	1		
L71	Meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do N.S. Savannah: a) Água contaminada. b) Resina desmineralizadora contaminada. c) Equipamentos e componentes contaminados.			
L72	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	1		
L73	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah através de procedimentos de descontaminação.	1		
L74	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	1		
L75	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.			
L76	Meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	1		
L77	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.			
L78	Meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	1		
L79	Meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do N. S. Savannah por meio de procedimentos de descontaminação.	1		
L80	Meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	1		

L81	Meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do Savannah por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.			
L82	A atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados ocorreria de acordo com os seguintes modos: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	1		
L83	Possuia válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	1		
L84	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.			
L85	Consistia em dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do N. S. Savannah.			
L86	Cada circuito de tratamento consistia de: a) um pré-filtro. b) desmineralizador. c) um pós-filtro.			
L87	Foram previstas válvulas que permitiam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.			
L88	Foram previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).			
L89	As tubulações foram dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.			
L90	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não havia conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos. Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também faziam parte desse sistema.			

L91	Meios constituintes do sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.			
L92	Possuia equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.			
L93	Possuia embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.			
L94	Consistia de: a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores. b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque. c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N. S. Savanna.			
L95	Instalações do poço de armazenamento de combustível usado.			
L96	Esse poço possui um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	1		
L97	Possuia espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle.			
L98	Possuia meios para remoção de calor residual.	1		
L99	Possuia meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	1		
L100	Possuia meios de redução da atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	1		
L101	capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	1		
L102	capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	1		
L103	Instalações do sistema de ventilação e remoção de gases.			
L104	Consistia de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	1		
L105	Meios para drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	1		
L106	Seria realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.			

L107	Meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	1		
L108	Meios Proteção Radiológica.	1		
L109	Os sistemas de manutenção nuclear possuiam blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	1		
L110	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta(sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" foram revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.			
L111	O poço de armazenamento de combustíveis usados possuia ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas. Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.			
L112	Cuidados especiais foram tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação estavam sob rígido controle.	1		
L113	Todo ar era exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior do flutuante insuflado nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garantia a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	1		
L114	As "áreas quentes" possuiam pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo esses ambientes sob depressão. Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.			
L115	O transporte de radioatividade pela água deveria ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que conteriam água contaminada foram confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas foram projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	1		
L116	Toda drenagem de água contaminada foi confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.			

L117	Vazamentos dos sistemas relacionados com material contaminado drenam para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.			
L118	Tanques de água contaminada foram equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.			
L119	Deveria ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	1		
L120	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que deveriam ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais teriam sido especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	1		
L121	Instalações do laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	1		
L122	Possuia equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	1		
L123	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deveria ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	1		
L124	O pessoal do laboratório seria responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	1		
L125	Compartimentos de vestiário e lavanderia.	1		
L126	No vestiário deveriam ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	1		
L127	A lavanderia possuia equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	1		
L128	Meios para execução de manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.			
L129	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuíam contato com material radioativo estivessem adequadamente confinados, não seriam necessários procedimentos especiais para manutenção geral do N.S.V. Atomic Servant.			

L130	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca. Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.			
L131	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderiam ser necessários, e isso poderia ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.			

A.4 Apresentação da proposta dos sistemas para as Instalações Industriais Especiais

A seguir, apresenta-se uma relação dos sistemas constituintes das Instalações Industriais Especiais, cuja proposta encontram-se na Seção 6.1.6 desta dissertação.

u) Sistema de Manutenção e Reparo - SMR;
v) Sistema de Troca de Combustível - STC;
w) Sistema de Encalhe e Docagem - SED;
x) Sistema de Manutenção Convencional - SMC;
y) Sistema de Manutenção Nuclear - SMN;
z) Sistema de Troca e Recarga - STR;
aa) Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN;
bb) Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR;
cc) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR;
dd) Sistema de Descontaminação - SD;
ee) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR;
ff) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR;
gg) Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR;
hh) Sistema de Serviços Essenciais - SSE;
ii) Sistema de Serviços Essenciais Convencional - SSEC;
jj) Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN;
kk) Sistema de Suporte à Saúde - SSS;
ll) Sistema de Segurança Industrial - SSI;
mm) Sistema de segurança Nuclear - SSN; e
nn) Sistema de Proteção Física - SPF.

A.5 Apresentação da associação realizada entre as informações das instalações de suporte do N.S. Savannah e os componentes do sistema proposto

As informações da IAL do N.S. Savannah constantes da Tabela A4 foram organizadas sob forma de coluna única e associadas a cada componente do sistema proposto inicialmente como modelo de IIE. O resultado dessa associação é apresentado na Tabela A5.

Tabela A5 - registro da associação realizada entre as instalações de apoio logístico do N.S. Savannah e os componentes do sistema das Instalações Industriais Especiais.

Número da Linha	Informações sobre instalações do N.S. Savannah que atendem às necessidades do Submarino Nuclear de Ataque - SNA (embasamento para composição dos sistemas que constituem as Instalações Industriais Especiais - IIE)	Componentes do Sistema das Instalações Industriais Especiais aos quais as informações do N.S. Savannah foram associadas
1	Tópicos a serem considerados no projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque	
2	Necessidade do SNA:	
3	Meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.	
4	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
5	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR Sistema de segurança Nuclear - SSN
6	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
7	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro. Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN

8	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
9	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
10	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
11	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
12	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
13	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
14	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
15	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN

16	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
17	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
18	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
19	Proteção Radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
20	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
21	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
22	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

23	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
24	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
25	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
26	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
27	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
28	Vestiário e Lavanderia.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
29	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN

30	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
31	Necessidade do SNA:	
32	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.	
33	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
34	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
35	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
36	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR Sistema de segurança Nuclear - SSN
37	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
38	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN Sistema de segurança Nuclear - SSN

39	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro. Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
40	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
41	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
42	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
43	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
44	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
45	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

46	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
47	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
48	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
49	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
50	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
51	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN

52	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
53	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
54	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
55	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
56	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
57	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
58	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN

59	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
60	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
61	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
62	Proteção Radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
63	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
64	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
65	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

66	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
67	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
68	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
69	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
70	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
71	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
72	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

73	Vestiário e Lavanderia.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
74	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
75	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
76	Necessidade do SNA:	
77	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.	
78	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
79	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR Sistema de segurança Nuclear - SSN
80	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
81	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
82	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

83	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
84	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
85	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
86	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
87	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
88	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

89	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
90	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
91	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
92	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
93	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
94	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
95	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN

96	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
97	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
98	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
99	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
100	Proteção Radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
101	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
102	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

103	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
104	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
105	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
106	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
107	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
108	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
109	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

110	Vestiário e Lavanderia.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
111	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
112	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
113	Necessidade do SNA:	
114	Meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.	
115	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
116	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
117	Devem ser previstas instalações para armazenamento, inspeção e transferência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN Sistema de segurança Nuclear - SSN
118	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN

119	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
120	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Segurança Industrial - SSI
121	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
122	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
123	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR Sistema de segurança Nuclear - SSN
124	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro. Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
125	Necessidade do SNA:	

126	Meios para armazenagem de combustível novo.	
127	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
128	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN Sistema de segurança Nuclear - SSN
129	Necessidade do SNA:	
130	Meios para armazenagem de combustível usado.	
131	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
132	Não deverá existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados no mesmo edifício onde estão armazenados os elementos combustíveis novos, onde é armazenado e realizada a manutenção do equipamento de troca de combustível e onde se armazena sobressalentes da IPN do navio.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
133	Deve ser previsto espaço de armazenamento de elementos combustíveis usados grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
134	Poço de armazenamento de combustível usado.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
135	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
136	Deve ser previsto espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN

137	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
138	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
139	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
140	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
141	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
142	Necessidade do SNA:	
143	Meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.	
144	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
145	Deve ser previsto um almoxarifado de peças sobressalentes do navio, inclusive áreas de recebimento e inspeção.	Sistema de Manutenção Convencional - SMC

146	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Manutenção Convencional - SMC Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Segurança Industrial - SSI Sistema de segurança Nuclear - SSN
147	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Segurança Industrial - SSI
148	Necessidade do SNA:	
149	Meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.	
150	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
151	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
152	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
153	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Segurança Industrial - SSI

154	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
155	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
156	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR Sistema de segurança Nuclear - SSN
157	Tópicos a serem considerados no projeto a respeito das medidas contra agressões ambientais que poderão refletir no Navio e respectiva Instalação Nuclear	
158	Necessidade do SNA:	
159	Meios de proteção contra agressões externas naturais e de mitigação das suas consequências.	
160	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
161	XXX	
162	Necessidade do SNA:	
163	Meios de proteção contra atos de sabotagem e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.	
164	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
165	XXX	
166	Necessidade do SNA:	
167	Meios de proteção do Grupo Crítico contra os efeitos de liberações anormais de material radioativo, e de mitigação dos efeitos de liberação desses materiais.	

168	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
169	XXX	
170	Requisitos do Navio a serem atendidos pelo Apoio Logístico	
171	Necessidade do SNA:	
172	Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água.	
173	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
174	XXX	
175	Necessidade do SNA:	
176	Previsão de cais de atracação.	
177	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
178	Cais e Pieres.	Sistema de Manutenção e Reparo - SMR
179	Necessidade do SNA:	
180	Previsão de doca seca.	
181	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
182	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Segurança Industrial - SSI
183	Doca seca.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED
184	A manobra de docagem deve ocorrer de forma semelhante à docagem a seco de um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deve exigir um arranjo especial do picadeiro.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Segurança Industrial - SSI

185	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
186	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
187	Manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN
188	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuem contato com material radiativo estarem adequadamente confinados, não serão necessários procedimentos especiais para manutenção geral do navio.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Manutenção Convencional - SMC Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Segurança Industrial - SSI Sistema de segurança Nuclear - SSN
189	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca. Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Manutenção Convencional - SMC Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de Segurança Industrial - SSI Sistema de segurança Nuclear - SSN
190	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
191	Necessidade do SNA:	

192	Previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.	
193	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
194	Deve ser previsto um almoxarifado de peças sobressalentes do navio, inclusive áreas de recebimento e inspeção.	Sistema de Manutenção Convencional - SMC
195	Área para armazenamento de peças sobressalentes do flutuante de manutenção.	Sistema de Manutenção Convencional - SMC
196	Necessidade do SNA:	
197	Previsão de oficinas.	
198	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
199	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	
200	Necessidade do SNA:	
201	Previsão de pessoal especializado em manutenção e reparo.	
202	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
203	Manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.	
204	Requisitos da Instalação Nuclear a serem atendidos pelo Apoio Logístico	
205	Necessidade do SNA:	
206	Fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento (esta última com qualidade adequada - partículas em suspensão, poluentes diversos,organismos vivos, temperatura) no cais e na doca seca.	
207	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
208	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
209	Necessidade do SNA:	
210	Previsão de instalações especializadas para troca de combustível.	

211	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
212	Devem ser previstas instalações para armazenamento, inspeção e transferência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN Sistema de segurança Nuclear - SSN
213	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
214	Deve haver uma área destinada ao armazenamento e à manutenção do equipamento de troca de combustível.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
215	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN Sistema de segurança Nuclear - SSN
216	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
217	Área de Troca de Combustível.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
218	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN

219	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
220	Devem ser previstos meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
221	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
222	Necessidade do SNA:	
223	Previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.	
224	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
225	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
226	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
227	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

228	Deve ser capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de: a) Água radioativa. b) Resina desmineralizadora radioativa. c) Qualquer material sólido radioativo. d) Componentes e equipamentos radioativos.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
229	Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
230	Deve ser capaz de processar rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação. Esse sistema envolve: a) Filtros. b) Tanques desmineralizadores. c) Tanques de descarga. d) Bombas de transferência. e) Meios de ventilação e extração de gás.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
231	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
232	Deve possuir a capacidade de realizar a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN

233	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
234	Área de Armazenamento de Rejeitos.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR Sistema de segurança Nuclear - SSN
235	Deve ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos e o evento de transporte para deposição.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
236	Área de Armazenamento de Embalagens.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR Sistema de segurança Nuclear - SSN
237	Deve ser prevista área para armazenamento de novos containeres para serem utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
238	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
239	Devem ser previstos meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN

240	Devem ser previstos meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do navio: a) Água contaminada. b) Resina desmineralizadora contaminada. c) Equipamentos e componentes contaminados.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
241	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
242	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
243	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
244	Devem ser previstos meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do navio por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
245	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

246	Sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
247	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
248	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
249	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
250	Devem ser previstos meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do navio por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
251	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

252	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
253	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
254	Consiste de dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do navio.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
255	Cada circuito de tratamento consiste de: a) um pré-filtro. b) desmineralizador. c) um pós-filtro.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
256	Devem ser previstas válvulas que permitam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
257	Podem ser previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
258	As tubulações devem ser dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN

259	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não deverá haver conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos. Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também fazem parte desse sistema.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
260	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
261	Deve ser previsto equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
262	Deve ser previsto embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
263	Consiste de: a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores. b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque. c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N. S. Savanna.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
264	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

265	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
266	Deve ser realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
267	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
268	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta (sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" devem ser revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
269	O poço de armazenamento de combustíveis usados deve possuir ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas. Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
270	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
271	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

272	As "áreas quentes" devem possuir pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo esses ambientes sob depressão. Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
273	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
274	Toda drenagem de água contaminada deve **ser confinada no interior do flutuante e direcion**ada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - **SMPR** **Sistema de segurança Nuclear - SSN**
275	**V**azamentos dos sistema**s relacionados com material contaminado devem** drenar para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
276	Tanques de água contaminada devem ser equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
277	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
278	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

279	Necessidade do SNA:	
280	Previsão de instalações especializadas em descontaminação de componentes.	
281	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
282	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
283	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
284	Área de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
285	Deve ser previsto um local para limpeza de ferramentas.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
286	Deve ser previsto um local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radiativos.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
287	O acesso de grandes equipamentos na área de descontaminação pode ser feito por meio de porta deslizante e teto removível, tal qual nas instalações para apoiar a manutenção do N.S. Savannah.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
288	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN

289	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
290	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
291	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
292	Devem ser previstos meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
293	Vestiário e Lavanderia.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
294	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
295	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
296	Necessidade do SNA:	
297	Previsão de blindagem e confinamento no cais e em dique seco.	
298	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	

299	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
300	Necessidade do SNA:	
301	Previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.	
302	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
303	Deve ser previsto um almoxarifado de peças sobressalentes do navio, inclusive áreas de recebimento e inspeção.	Sistema de Manutenção Convencional - SMC
304	Deve existir área destinada ao armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de segurança Nuclear - SSN
305	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de segurança Nuclear - SSN
306	Necessidade do SNA:	
307	Previsão de "oficina quente".	
308	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
309	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Manutenção Convencional - SMC Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Segurança Industrial - SSI Sistema de segurança Nuclear - SSN
310	Necessidade do SNA:	
311	Previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.	
312	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	

313	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
314	Requisitos do Ambiente a serem atendidos pelo Apoio Logístico	
315	Necessidade do SNA:	
316	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.	
317	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
318	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
319	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
320	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR Sistema de segurança Nuclear - SSN
321	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN

322	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN Sistema de segurança Nuclear - SSN
323	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível. Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro. Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
324	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
325	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
326	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
327	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
328	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

329	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
330	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
331	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
332	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
333	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
334	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

335	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
336	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
337	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
338	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
339	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados: a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada. b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis. c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

340	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
341	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
342	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN Sistema de segurança Nuclear - SSN
343	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
344	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
345	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de segurança Nuclear - SSN
346	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
347	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

348	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de segurança Nuclear - SSN
349	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada. Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável. O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
350	Proteção Radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
351	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
352	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
353	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto. O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

354	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos. Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
355	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
356	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
357	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
358	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
359	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
360	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

361	Vestiário e Lavanderia.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
362	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
363	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN
364	Necessidade do SNA:	
365	Meios de mitigação dos efeitos da descarga no mar de água de resfriamento aquecida.	
366	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
367	XXX	
368	Necessidade do SNA:	
369	Meios de proteção contra descarga no mar de produtos químicos não radioativos, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.	
370	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
371	XXX	
372	Instalações a serem previstas no projeto da Base Naval	
373	Necessidade do SNA:	
374	sala limpa.	
375	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
376	XXX	
377	Necessidade do SNA:	

378	oficina mecânica quente.	
379	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
380	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Manutenção Convencional - SMC Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Segurança Industrial - SSI Sistema de segurança Nuclear - SSN
381	Necessidade do SNA:	
382	células quentes.	
383	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
384	XXX	
385	Necessidade do SNA:	
386	piscina de armazenamento de elementos combustíveis usados.	
387	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
388	XXX	
389	OUTROS	
390	Necessidade do SNA:	
391	outros - armazenamento.	
392	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
393	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN

394	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
395	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
396	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de segurança Nuclear - SSN
397	Necessidade do SNA:	
398	outros - monitoração.	
399	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
400	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
401	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
402	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química. (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN

403	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
404	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
405	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
406	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de segurança Nuclear - SSN
407	Necessidade do SNA:	
408	outros - radioproteção.	
409	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
410	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR Sistema de segurança Nuclear - SSN
411	Necessidade do SNA:	
412	outros - escritórios.	
413	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	

414	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.	Sistema de Manutenção e Reparo - SMR Sistema de Troca de Combustível - STC Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR Sistema de Serviços Essenciais - SSE Sistema de Suporte à Saúde - SSS Sistema de Segurança Industrial - SSI Sistema de segurança Nuclear - SSN Sistema de Proteção Física - SPF
415	Necessidade do SNA:	
416	outros - equipamentos.	
417	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
418	Estrutura de Interligação.	Sistema de Serviços Essenciais - SSE
419	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.	Sistema de Serviços Essenciais Convencional - SSEC Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN
420	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível. A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN Sistema de Troca e Recarga - STR Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR Sistema de Descontaminação - SD Sistema de segurança Nuclear - SSN

421	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR Sistema de segurança Nuclear - SSN
422	Necessidade do SNA:	
423	outros - arranjos.	
424	Informações baseadas nos registros do N.S. Savannah:	
425	A manobra de docagem deve ocorrer de forma semelhante à docagem a seco de um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deve exigir um arranjo especial do picadeiro.	Sistema de Encalhe e Docagem - SED Sistema de Segurança Industrial - SSI
426	N.S.V. Atomic Servant.	Sistema de Manutenção e Reparo - SMR Sistema de segurança Nuclear - SSN
427	Cinco anteparas estanques dividindo transversalmente o flutuante de proa a popa.	

A.6 Apresentação da base de elaboração dos requisitos específicos das IIE

A Tabela A6 apresenta os primeiros registros dos requisitos específicos das IIE que embasaram o texto da Seção X desta dissertação. A saber, na primeira coluna tem-se a numeração de cada linha, na segunda coluna apresenta-se as informações obtidas do registro do N.S. Savannah para cada consideração e requisito exigido pelo apoio logístico do SNA, agrupados por sistemas das IIE, na terceira coluna encontram-se os resultados dos *insights* elaborados com as informações da coluna dois. Por fim, a quarta coluna foi reservada pra registro de comentários.

Tabela A6 - Registro das informações sobre as instalações de apoio logístico do N.S. Savannah e dos requisitos específicos elaborados.

Número da linha	Informações do registro das instalações de apoio do N.S. Savannah associadas ao registro de necessidades do SNA.	Sistemas das Instalações Industriais Especiais	Comentários
1	Sistema de Manutenção e Reparo - SMR	Sistema de Manutenção e Reparo - SMR	
2	Fazem parte desse sistema:	Fazem parte desse sistema:	
3	a) Sistema de Encalhe e Docagem - SED	a) Sistema de Encalhe e Docagem - SED	
4	b) Sistema de Manutenção Convencional - SMC	b) Sistema de Manutenção Convencional - SMC	
5	c) Sistema de Manutenção Nuclear - SMN	c) Sistema de Manutenção Nuclear - SMN	
6			
7	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
8	Necessidade do SNA:		
9	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico - Previsão de cais de atracação.		
10	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
11	Cais e Pieres.	Previsão de estruturas marítimas para atracação de embarcações, como cais e píeres.	
12	OUTROS.		
13	Necessidade do SNA:		
14	outros - escritórios.		
15	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
16	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.	Previsão de área destinada à administração dos serviços e instalações, constituída, em geral por escritórios.	Requisito será remanejado para atender a todos os sistemas.
17	Necessidade do SNA:		
18	outros - arranjos.		
19	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
20	N.S.V. Atomic Servant.	Previsão de local para atracação de embarcações de apoio à manutenção, tal como o flutuante N.S.V. Atomic Servant, que recebia o combustível usado do N.S. Savannah.	
21			
22	Sistema de Encalhe e Docagem - SED	Sistema de Encalhe e Docagem - SED	

23	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
24			
25	Necessidade do SNA:		
26	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
27	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
28	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Provimento dos meios necessários para posicionamento de navios em plataforma seca, como doca seca, carreira, "hidrolift" (constituído por eclusas) ou equipamentos de elevação, como o "ship lift".	
29			
30	Necessidade do SNA:		
31	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.		
32	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
33	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Previsão de áreas livres para recebimento do submarino ou parte dele com a finalidade de realização dos serviços de manutençãoPrevisão de almoxarifados equipados com as ferramentas adequadas na quantidade necessáriaPrevisão de equipamentos de transporte de carga (guindastes, pontes rolantes, pórticos rolantes com capacidade adequadaProvimento de mão de obra treinada e qualificada.	
34	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Previsão de recursos adicionais como rebocadores, pórticos rolantes ou guindastes, equipe treinada e qualificada, e com pleno acesso ao plano de docagem do navio, planejamento dos serviços, etc.	
35			
36	Necessidade do SNA:		

37	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
38	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
39	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Previsão, a longo prazo, do preparo dos meios utilizados no posicionamento do navio em local seco para atuação no descomissionamento do navio na época prevista, incluindo previsão de modernização e adaptação, se necessário, e possível adequação às novas tecnologias e normas da ASN.	
40			
41	Necessidade do SNA:		
42	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de doca seca.		
43	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
44	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.		Vide linha 28
45	Doca seca.		Vide linha 44
46	A manobra de docagem deve ocorrer de forma semelhante à docagem a seco de um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deve exigir um arranjo especial do picadeiro.	Deverá ser previsto um arranjo especial do picadeiro, devido ao peso da blindagem, na seção do compartimento do reator, e que deve fazer parte do plano de docagem do navio. No mais, o posicionamento do navio em local seco deve ocorrer de forma semelhante àquela executada para um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes.	
47	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuem contato com material radioativo estarem adequadamente confinados, não serão necessários procedimentos especiais para manutenção geral do navio.		Vide linha 69
48	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca.	Deverá ser previsto o preparo do local seco onde será posicionado o submarino para realização de procedimento de descontaminação, mesmo sabendo que a probabilidade de ocorrência de contaminação nessa área deverá ser muito pequena.	
49	Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.		Vide linha 46
50			

51	OUTROS.		
52	Necessidade do SNA:		
53	outros - arranjos.		
54	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
55	A manobra de docagem deve ocorrer de forma semelhante à docagem a seco de um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deve exigir um arranjo especial do picadeiro.	Deverá ser previsto no projeto das estruturas do local seco onde será posicionado o submarino meios para suportar maiores esforços na região onde se encontra o compartimento do reator.	
56			
57	Sistema de Manutenção Convencional - SMC	Sistema de Manutenção Convencional - SMC	
58	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
59			
60	Necessidade do SNA:		
61	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.		
62	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
63	Deve ser previsto um almoxarifado de peças sobressalentes do navio, inclusive áreas de recebimento e inspeção.	Deverão ser previstos meios de verificação da quantidade de peças sobressalentes e materiais necessários para o emprego nos serviços previstos de manutenção convencional, a fim de evitar atrasos nos serviços.	
64	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Deverá ser verificado se as oficinas estarão equipadas com ferramentas adequadas e se a mão de obra está treinada e em quantidade suficiente para realização dos serviços de manutenção planejados.	
65			
66	Necessidade do SNA:		
67	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de doca seca.		
68	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

69	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuem contato com material radioativo estarem adequadamente confinados, não serão necessários procedimentos especiais para manutenção geral do navio.	Devem ser previstos meios de verificação do confinamento de todas as estruturas, sistemas e componentes que possuem contato com material radioativo antes do início dos serviços que deverão ocorrer nas áreas "convencionais".	
70	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca.		Vide linha 48
71	Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.		Vide linha 69
72			
73	Necessidade do SNA:		
74	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.		
75	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
76	Deve ser previsto um almoxarifado de peças sobressalentes do navio, inclusive áreas de recebimento e inspeção.	Previsão de almoxarifado coberto e protegido para armazenamento de todas as peças sobressalentes necessárias para execução dos reparos planejados, com área de recebimento, inspeção e armazenamento que permita adequado controle de estoque.	
77	Área para armazenamento de peças sobressalentes do flutuante de manutenção.		Vide linha 76
78			
79	Necessidade do SNA:		
80	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.		
81	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
82	Deve ser previsto um almoxarifado de peças sobressalentes do navio, inclusive áreas de recebimento e inspeção.		Vide linha 76
83			
84	Necessidade do SNA:		
85	Previsão de "oficina quente".		
86	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

87	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Previsão de oficinas para realização de serviços em partes convencionais do submarino ou de demais embarcações e flutuantes.	Apesar da necessidade e informação referir-se à oficina quente, tais informações foram atribuídas a este sistema para lembrar da inclusão de "previsão de oficina" no SMC.
88			
89	Necessidade do SNA:		
90	Instalação a ser prevista no projeto da Base Naval: oficina mecânica quente.		
91	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
92	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.		Vide linha 87
93			
94	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN	Sistema de Manutenção Nuclear - SMN	
95	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
96	Necessidade do SNA:		
97	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
98	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
99	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Previsão de meios de monitoração dos sistemas nucleares durante a operação manutenção do sistema primário, com reator desligado, sob condições normais (sem acidente).	
100			
101	Necessidade do SNA:		
102	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
103	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

104	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linha 99
105	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Previsão de meios para concentrar o material particulado radioativo dos componentes do sistema de gerenciamento de rejeitos, como: filtração e troca iônica, sob condição normal.	
106	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Previsão de meios para agrupar rejeitos radioativos sólidos para posterior deposição, sob condição normal.	
107	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Previsão de meios para atenuação dos níveis de radiação dos rejeitos e sistemas vinculados, sob condição normal, tais como: acondicionamento e transporte em embalagens; descarga por diluição ou dispersão de acordo com os limites estabelecidos pela ASN; processo natural de decaimento radioativo.	
108	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
109	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
110	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
111			
112	Necessidade do SNA:		
113	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
114	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
115	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Previsão de meios de monitoração dos sistemas nucleares, sob condições de acidente, dos seguintes locais: a) área de realização da troca de combustível (total) ou recarga (substituição de alguns elementos combustíveis); b) área de manutenção do sistema primário; c) área de transferência de rejeitos radioativos.	

116	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Previsão de meios para concentrar o material particulado radioativo dos componentes do sistema de gerenciamento de rejeitos, como: filtração e troca iônica, sob condição de acidente, da melhor forma possível.	
117	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Previsão de meios para agrupar rejeitos radioativos sólidos para posterior deposição da melhor forma possível, sob condição de acidente.	
118	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:		Vide linha 107
119	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
120	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
121	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
122			
123	Necessidade do SNA:		
124	Meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
125	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
126	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.	Previsão de meios para realização de manutenção, armazenamento e realização de testes do equipamento de troca de combustível durante o período entre recargas.	
127			
128	Necessidade do SNA:		
129	Meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.		
130	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
131	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Deverão ser previstos meios para verificação do estoque de sobressalentes para os sistemas nucleares, além de ferramentas, equipe de pessoal treinada e qualificada, áreas preparadas para receber o navio e procedimentos documentados, de modo a minimizar a probabilidade de ocorrências indesejáveis no período de manutenção.	

132			
133	Necessidade do SNA:		
134	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de doca seca.		
135	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
136	Manutenção, reparo e docagem a seco do N.S.V. Atomic Servant.	Previsão, conforme o caso, de área de posicionamento de flutuantes ou outras embarcações de apoio aos sistemas nucleares em local próximo à plataforma seca onde está prevista a realização de manutenção do submarino.	
137	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuem contato com material radioativo estarem adequadamente confinados, não serão necessários procedimentos especiais para manutenção geral do navio.		Vide linha 69
138	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.		Vide linha 144
139			
140	Necessidade do SNA:		
141	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas para troca de combustível.		
142	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
143	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	No local da realização da troca / recarga de combustível, deverão estar à disposição os meios necessários para realização dos serviços, como guindastes, pórticos rolantes, bem como meios para posicionar o SNA e embarcações / flutuantes de apoio a fim de garantir a realização dos serviços necessários.	
144	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.	A instalação de posicionamento do navio em local seco (doca seca, etc) deverá permitir a instalação de meios para realização de troca / recarga de combustível, como, por exemplo, um container blindado que pode se deslocar horizontalmente e ser posicionado sobre a escotilha de acesso ao núcleo do reator nuclear.	

145			
146	Necessidade do SNA:		
147	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		
148	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
149	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		Vide linha 105
150	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		Vide linha 106
151	Devem ser previstos meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do navio por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.		Vide linha 107
152	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:		Vide linha 118
153	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
154	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
155	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
156			
157	Necessidade do SNA:		
158	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.		
159	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
160	Deve existir área destinada ao armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.		Vide linha 76

161	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.	Previsão de almoxarifado coberto e protegido para armazenamento de todas as peças sobressalentes necessárias para execução dos reparos planejados nos sistemas nucelares, com área de recebimento, inspeção e armazenamento que permita adequado controle de estoque.	
162			
163	Necessidade do SNA:		
164	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de "oficina quente".		
165	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
166	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Previsão de oficinas para realização de serviços nos sistemas nucleares do navio ou demais embarcações de apoio relacionadas.	
167			
168	Necessidade do SNA:		
169	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.		
170	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
171	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	Previsão de programa de treinamento da equipe responsável pelos serviços de manutenção dos sistemas nucleares.	
172			
173	Necessidade do SNA:		
174	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
175	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
176	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		

177	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		Vide linha 105
178	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		Vide linha 106
179	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:		Vide linha 107
180	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
181	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
182	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
183			
184	Necessidade do SNA:		
185	Instalação a ser prevista no projeto da Base Naval: oficina mecânica quente.		
186	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
187	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.		Vide linha 166
188			
189	OUTROS.		
190	Necessidade do SNA:		
191	outros - armazenamento.		
192	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
193	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.		Vide linha 126
194	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Previsão de área para armazenamento dos equipamentos utilizados no serviço de troca de combustível.	
195	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Previsão de área para realização de manutenção dos equipamentos utilizados no serviço de troca de combustível.	
196			
197	Necessidade do SNA:		
198	outros - monitoração.		

199	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
200	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linha 99
201			
202	Necessidade do SNA:		
203	outros - equipamentos.		
204	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
205	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível.	Previsão de guindastes, pórticos rolantes, pontes rolantes e outros aparelhos de elevação de carga para atendimento dos serviços de manutenção das partes nucleares. Previsão de veículo para transporte horizontal, em geral sobre trilhos para atendimento dos serviços de manutenção das partes nucleares.	
206	A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.		Vide linha 205
207			
208	Sistema de Troca de Combustível - STC	Sistema de Troca de Combustível - STC	
209		Para cumprimento dessa tarefa necessita de três sistemas:	
210		a) Sistema de Troca e Recarga - STR	
211		b) Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN	
212		c) Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR	
213			
214	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
215			
216	OUTROS.		
217	Necessidade do SNA:		
218	outros - escritórios.		
219	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
220	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.	Previsão de área destinada à administração dos serviços e instalações, constituída, em geral por escritórios.	Requisito será remanejado para atender a todos os sistemas.

221			
222	Sistema de Troca e Recarga - STR	Sistema de Troca e Recarga - STR	
223	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
224			
225	Necessidade do SNA:		
226	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
227	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
228	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Previsão de área para realização de testes no equipamentos de troca de combustível, incluindo manutenção e de verificação dos procedimentos de troca e recarga de combustível.	
229	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.	Previsão de um simulador constituído, basicamente, por um modelo em escala real do vaso do reator destinado ao treinamento do pessoal para garantir maior segurança durante a operação, além de otimizar o emprego da mão-de-obra durante a troca / recarga.	
230	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro.		Vide linha 229
231	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Tal simulador poderá ser instalado no edifício de manutenção, tal como nas instalações do N.S. Savannah.	
232	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Previsão de meios de monitoração dos sistemas nucleares durante a operação de troca de combustível (total ou com substituição de alguns elementos combustíveis), com reator desligado, sob condições normais ou acidentais, da melhor forma possível.	
233			
234	Necessidade do SNA:		

235	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
236	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
237	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.		Vide linha 228
238	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.		Vide linha 229
239	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro.		Vide linha 229
240	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.		Vide linha 231
241	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linha 232
242			
243	Necessidade do SNA:		
244	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
245	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
246	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linha 232
247			
248	Necessidade do SNA:		

249	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
250	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
251	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.	Deverão ser providenciados meios para assegurar a disponibilidade das instalações utilizadas para realização da troca de combustível, bem como a qualificação e treinamento de pessoal para sua atuação de acordo com o planejamento dos serviços de troca de elementos combustíveis.	
252	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.		Vide linha 251
253	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.	Deverá fazer parte da qualificação de pessoal para as operações de troca de combustível a realização de treinamento no simulador, de acordo com um programa pré-estabelecido.	
254	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro.		Vide linha 229
255	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.		Vide linha 231
256			
257	Necessidade do SNA:		
258	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
259	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
260	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.	Previsão, a longo prazo, do preparo dos meios empregados na troca de combustível para atuação no descomissionamento do navio na época prevista, incluindo previsão de modernização e adaptação, se necessário, e possível adequação às novas tecnologias e normas da ASN.	
261			

262	Necessidade do SNA:		
263	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas para troca de combustível.		
264	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
265	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.		Vide linha 228
266	Deve haver uma área destinada ao armazenamento e à manutenção do equipamento de troca de combustível.	Previsão de áreas e respectivas instalações (por exemplo: guindastes, pórticos rolantes, pontes rolantes e outros aparelhos de elevação de carga, veículo de transporte horizontal sobre trilhos) a serem empregadas nas operações de troca de combustível.	
267	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Previsão de área livre para movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	
268	Área de Troca de Combustível.		Vide linha 265
269	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.		Vide linha 266
270			
271	Necessidade do SNA:		
272	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.		
273	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
274	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.		Vide linha 253
275			
276	Necessidade do SNA:		
277	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		

278	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
279	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.		Vide linha 228
280	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.		Vide linha 229
281	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro.		Vide linha 229
282	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.		Vide linha 231
283	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linhas 232 e 246
284			
285	OUTROS.		
286	Necessidade do SNA:		
287	outros - armazenamento.		
288	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
289	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.		Vide linha 266
290	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.		Vide linhas 266 e 228
291	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.		Vide linha 266
292	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.		Vide linha 266
293			
294	Necessidade do SNA:		
295	outros - monitoração.		
296	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

297	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linhas 232 e 246
298			
299	Necessidade do SNA:		
300	outros - equipamentos.		
301	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
302	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível.		Vide linha 266
303	A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.		Vide linha 302
304			
305	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN	Sistema de Armazenamento de Combustível Novo - SACN	
306	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
307			
308	Necessidade do SNA:		
309	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
310	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
311	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Provimento de meios para realização do manuseio e armazenamento dos elementos combustíveis novos de modo a evitar formação de massa crítica.	
312			
313	Necessidade do SNA:		
314	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
315	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
316	Devem ser previstas instalações para armazenamento, inspeção e transferência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.	Deverá ser previsto meios para o armazenamento e inspeção de elementos combustíveis novos em quantidade suficiente para atender à demanda da troca.	

317			
318	Necessidade do SNA:		
319	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios para armazenagem de combustível novo.		
320	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
321	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Previsão de áreas para armazenamento adequado de elementos combustíveis novos.	
322			
323	Necessidade do SNA:		
324	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas para troca de combustível.		
325	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
326	Devem ser previstas instalações para armazenamento, inspeção e transferência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.		Vide linha 383
327	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.	Previsão de meios para transportar os elementos combustíveis novos de seu local de armazenamento para o SNA, como veículos sobre trilhos, guindastes, gruas, pontes rolantes, pórticos rolantes, etc.	
328			
329	Necessidade do SNA:		
330	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
331	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
332	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).		Vide linha 311
333			
334	OUTROS.		
335			
336	Necessidade do SNA:		
337	outros - equipamentos.		
338	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

339	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível.		Vide linha 327
340	A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.		Vide linha 327
341			
342	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR	Sistema de Armazenamento de Combustível Removido do Reator - SACR	
343	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
344			
345	Necessidade do SNA:		
346	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
347	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
348	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Provimento de meios para realização do manuseio e armazenamento dos elementos combustíveis removido do reator de modo a evitar formação de massa crítica, sob condição normal ou acidental.	
349	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Deverão ser previstos meios de conferir a esse sistema a capacidade de confinamento elementos removidos do reator que possuam, inclusive, revestimentos danificados.	
350			
351	Necessidade do SNA:		
352	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
353	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
354	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	No projeto do SNA, deve-se atentar para a limitação do nível de radiação na parte externa do casco, no ponto mais desfavorável, e realizar a verificação desse nível antes da entrada do mesmo nas proximidades das instalações de apoio em terra.	Requisito será remanejado para o SMPR
355	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.		Vide linha 348

356	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Previsão de meios para redução da atividade da água contaminada no interior das embalagens de elementos combustíveis usados. Tais meios deverão, se possível, estarem disponíveis sob cenário acidental.	
357	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.		Vide linha 349
358			
359	Necessidade do SNA:		
360	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
361	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
362	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.		Vide linha 327
363	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.		Vide linha 356
364	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.		Vide linha 349
365			
366	Necessidade do SNA:		
367	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios para armazenagem de combustível usado.		
368	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
369	Não deverá existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados no mesmo edifício onde estão armazenados os elementos combustíveis novos, onde é armazenado e realizada a manutenção do equipamento de troca de combustível e onde se armazena sobressalentes da IPN do navio.	O armazenamento de elementos combustíveis usados e de elementos combustívies novos deverá ocorrer em locais segregados.	
370	Deve ser previsto espaço de armazenamento de elementos combustíveis usados grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.	A área para armazenamento de elementos combustíveis usados deve ser dimensionada de tal forma que possa conter, no mínimo, a quantidade suficiente de uma carga completa, incluindo as barras de controle.	
371	Poço de armazenamento de combustível usado.		Vide linha 348
372	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.		Vide linha 354
373	Deve ser previsto espaço de armazenamento equivalente aquele		Vide linha 370

	ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N. S. Savannah, incluindo barras de controle.		
374	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.		Vide linhas 348 e 362
375	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.		Vide linhas 356 e 363
376	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.		
377			
378	Necessidade do SNA:		
379	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas para troca de combustível.		
380	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
381	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	Previsão de meios como guindastes, pontes rolantes, veículos sobre trilhos, embalagens, equipe treinada e qualificada pra transporte dos elementos combustíveis usados do vaso do reator ao seu local de armazenamento.	
382	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.	Podem ser previstos meios para remoção de elementos combustíveis do navio em qualquer outro local, contando, neste caso, com o apoio de flutuante de manutenção e outras embarcações de apoio.	
383	Devem ser previstos meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.	Previsão de embalagens adequadas para contenção dos elementos combustíveis usados, meios de dissipação de calor residual (piscina) e meios para realização de monitoração.	
384			
385	Necessidade do SNA:		
386	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		
387	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
388	Deve ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos e o evento de transporte para deposição.		Vide linhas 608 , 668 e 1329
389	Deve ser prevista área para armazenamento de novos containeres para serem utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos.		Vide linhas 609 e 669
390			

391	Necessidade do SNA:		
392	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.		
393	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
394	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.		Vide linha 381
395			
396	Necessidade do SNA:		
397	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
398	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
399	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.		Vide linha 354
400	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.		Vide linha 348
401	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.		Vide linhas 356 e 363
402	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.		Vide linha 349
403			
404	OUTROS.		
405	Necessidade do SNA:		
406	outros - equipamentos.		
407	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
408	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível.		Vide linha 381
409	A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.		Vide linha 381
410			

411	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR	
412		Fazem parte desse sistema:	
413		a) Sistema de Descontaminação - SD	
414		b) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR	
415		c) Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR	
416	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
417			
418	Necessidade do SNA:		
419	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		
420	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
421	Área de Armazenamento de Rejeitos.	Previsão de área para o adequado armazenamento temporário de rejeitos de alto nível e de baixo nível de radiação até sua destinação final.	
422	Área de Armazenamento de Embalagens.	Previsão de área para armazenamento de embalagens novas destinadas a confinar os rejeitos.	
423			
424	OUTROS.		
425			
426	Necessidade do SNA:		
427	outros - escritórios.		
428	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
429	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.		
430			
431	Sistema de Descontaminação - SD	Sistema de Descontaminação - SD	
432	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
433			
434	Necessidade do SNA:		
435	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator		

	desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
436	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
437	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Os compartimentos constituintes desse sistema devem possuir confinamento adequado a fim de evitar fuga de radiação e de materiais radioativos para as áreas adjacentes. Tal confinamento deve estar operacional em condições normais ou acidentais.	
438	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.		Vide linha 523
439	Vestiário e Lavanderia.		Vide linha 525
440	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.		Vide linha 526
441	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.		Vide linha 527
442			
443	Necessidade do SNA:		
444	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
445	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
446	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	A Lavanderia Quente - LQ deverá estar em condição de operação em condições normais ou sob cenário acidental.	
447	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Sob cenário de acidentes, o pessoal deverá ter acesso ao local dos chuveiros para realização do processo de descontaminação. Este compartimento deverá ser posicionado e projetado para operar inclusive nessas condições.	
448	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.		Vide linha 520
449	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser	Os tanques de coleta de fluidos contaminados deverão, preferencialmente, estar em níveis inferiores em relação ao pavimento principal da área de manutenção, assim como os equipamentos que	

	posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	constituem esse sistema.	
450	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.		Vide linha 520
451	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.		Vide linha 438
452	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Previsão de meios, em condição normal ou acidental, para remover material radioativo particulado do submarino, embarcações de apoio, flutuantes, etc, bem como de todos os locais de realização de serviços em sistemas radiológicos.	
453	Vestiário e Lavanderia.		Vide linhas 446 e 447
454	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.		Vide linha 526
455	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.		Vide linha 527
456			
457	Necessidade do SNA:		
458	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
459	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
460	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.		Vide linha 437
461	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.		Vide linha 452
462	Vestiário e Lavanderia.		Vide linhas 446 e 447
463	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.		Vide linha 526
464	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção		Vide linha 527

	contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.		
465			
466	Necessidade do SNA:		
467	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
468	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
469	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Os meios utilizados para transferência de rejeitos de baixo nível de radiação do submarino para a instalação em terra devem estar disponíveis durante o período de recarga de combustível e de manutenção dos sistemas radiológicos.	
470	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		Vide linha 446
471	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		Vide linha 447
472			
473	Necessidade do SNA:		
474	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
475	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
476	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Previsão, a longo prazo, do preparo dos meios utilizados na transferência de rejeitos de baixo nível de radiação para atuação no descomissionamento do navio na época prevista, incluindo previsão de modernização e adaptação, se necessário, e possível adequação às novas tecnologias e normas da ASN.	
477	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		Vide linha 446
478	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		Vide linha 447
479			
480	Necessidade do SNA:		
481	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão		

	de doca seca.		
482	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
483	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca.	Em local seco (ex: doca seca) sobre o qual o navio (ou outras embarcações) serão posicionados deverá haver previsão de meios para realização de processo de descontaminação, embora de rara probabilidade de ocorrência.	
484	Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.		Vide linha 46
485			
486	Necessidade do SNA:		
487	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		
488	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
489	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Previsão de meios para realização de transferência de rejeitos do navio (ou outras embarcações/flutuantes) para a instalação em terra.	
490	Deve ser capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de:	O sistema de descontaminação deverá ser provido de meios para conduzir os efluentes para o Sistema de Gerenciamento de Rejeitos.	
491	a) Água radioativa.		
492	b) Resina desmineralizadora radioativa.		
493	c) Qualquer material sólido radioativo.		
494	d) Componentes e equipamentos radioativos.		
495	Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.		
496	Deve ser capaz de processar rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação.		Vide linha 601
497	Esse sistema envolve:		Vide linha 602
498	a) Filtros.		
499	b) Tanques desmineralizadores.		
500	c) Tanques de descarga.		
501	d) Bombas de transferência.		
502	e) Meios de ventilação e extração de gás.		
503	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.		
504	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos		Vide linha 437

	componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.		
505	Devem ser previstos meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do navio:		Vide linha 612
506	a) Água contaminada.		
507	b) Resina desmineralizadora contaminada.		
508	c) Equipamentos e componentes contaminados.		
509	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.		Vide linha 452
510			
511	Necessidade do SNA:		
512	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em descontaminação de componentes.		
513	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
514	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Previsão de Lavanderia Quente - LQ para emprego na descontaminação de vestuário utilizados durante o serviço da equipe responsável pela realização de serviços nos sistemas nucleares.	
515	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Previsão de Vestiário, que será destinado a atender os operários dos sistemas nucleares, para permitir a troca de roupa, e o uso de EPI. O Vestiário deverá possuir armários e compartimento adjacente com chuveiros para assegurar o impedimento da propagação de partículas radioativas para as demais áreas.	
516	Área de descontaminação.	Previsão de área para realização de descontaminação no submarino e embarcações ou flutuantes, além de partes ou peças mecânicas.	
517	Deve ser previsto um local para limpeza de ferramentas.	Previsão de área para limpeza de ferramentas da equipe que atua nos sistemas nucleares.	
518	Deve ser previsto um local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radioativos.	Previsão de área livre, destinada à movimentação de containeres e componentes contaminados por material radioativo e que necessitem passar por processo de descontaminação.	
519	O acesso de grandes equipamentos na área de descontaminação pode ser feito por meio de porta deslizante e teto removível, tal qual nas instalações para apoiar a manutenção do N.S. Savannah.	As áreas destinadas à realização dos serviços de descontaminação, além do confinamento, devem ser projetadas de forma que permitam a passagem de equipamentos necessários para prestar apoio aos serviços, que podem ser grandes como guindastes, pontes rolantes, etc.	
520	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	Previsão de meios, nas áreas do Sistema de Descontaminação, para condução dos fluidos em direção às zonas de coleta, evitando-se o alastramento de partículas radioativas.	
521	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de		Vide linha 449

	fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.		
522	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.		Vide linha 520
523	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	A área de armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, bem como os compartimentos dotados de chuveiros para descontaminação de pessoal, onde há acesso aos locais relacionados aos sistemas nucleares, devem permanecer acessíveis tanto em condição normal de operação com no caso de cenário acidental.	
524	Devem ser previstos meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.		Vide linha 516
525	Vestiário e Lavanderia.		Vide linha 515
526	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Deverão estar à disposição do pessoal que opera junto aos sistemas nucleares os EPI, como: macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, além do equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	
527	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	A Lavandeira Quente deverá ser dotada de equipamentos para detecção e medição de radiação, e meios para realização da descontaminação do vestuário.	
528			
529	Necessidade do SNA:		
530	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
531	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
532	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		Vide linha 446
533	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		Vide linha 447
534	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.		Vide linha 437
535	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.		Vide linha 520

536	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.		Vide linha 449
537	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.		Vide linha 520
538	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.		Vide linha 438
539	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.		Vide linha 452
540	Vestiário e Lavanderia.		Vide linhas 446 e 447
541	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.		Vide linha 526
542	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.		Vide linha 527
543			
544	OUTROS.		
545			
546	Necessidade do SNA:		
547	outros - equipamentos.		
548	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
549	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível.	Previsão de meios de apoio como guindastes, pontes rolantes, veículos sobre trilhos, embalagens, equipe treinada e qualificada pra transporte de grandes peças, partes ou seções para a Área de Descontaminação.	
550	A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.		Vide linha 549
551			
552	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Baixo Nível de Radiação - SRBR	
553	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	

554			
555	Necessidade do SNA:		
556	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
557	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
558	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		Vide linha 630
559	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 630
560	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
561			
562	Necessidade do SNA:		
563	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
564	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
565	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		Vide linha 627
566	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.		Vide linha 628
567	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		Vide linha 630
568	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 630
569	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
570			
571	Necessidade do SNA:		
572	Meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
573	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

574	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		Vide linha 627
575	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.		Vide linha 628
576	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		Vide linha 630
577	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 630
578	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
579			
580	Necessidade do SNA:		
581	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
582	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
583	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Devem ser providos meios de gerenciamento de rejeitos de baixo nível de radiação provenientes do submarino ou de embarcações de apoio, bem como de locais de relacionados com serviços na área radiológica (oficinas, enfermaria de radioacidentados, etc) e de áreas contaminadas.	
584			
585	Necessidade do SNA:		
586	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
587	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
588	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Deverá ser previsto preparo do SRBR para atuação no período de descomissionamento, incluindo possível modernização e adaptação, caso se faça necessário, para adequação à futura tecnologia e às normas em vigor.	
589			
590	Necessidade do SNA:		
591	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		

592	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
593	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.		Vide linha 583
594	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.	Previsão de área para armazenamento temporário de embalagens de rejeitos de baixo nível de radiação até sua deposição.	
595	Deve ser capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de:	O SGR deverá ser capaz de realizar o gerenciamento de rejeitos na forma de água radioativa; resina desmineralizadora radioativa; materiais sólidos radioativos; e componentes e equipamentos radioativos.	Requisito será remanejado para o SGR
596	a) Água radioativa.		
597	b) Resina desmineralizadora radioativa.		
598	c) Qualquer material sólido radioativo.		
599	d) Componentes e equipamentos radioativos.		
600	Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.		
601	Deve ser capaz de processar rejeitos provenientes da área de descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação.	O SRBR deverá ser capaz de processar rejeitos da Lavanderia Quente e de outras áreas que produzem rejeitos de baixo nível de radiação. Tal sistema envolve: filtros; tanques desmineralizadores; tanques de descarga; bombas de transferência e meios de ventilação e extração de gases.	
602	Esse sistema envolve:		
603	a) Filtros.		
604	b) Tanques desmineralizadores.		
605	c) Tanques de descarga.		
606	d) Bombas de transferência.		
607	e) Meios de ventilação e extração de gás.		
608	Deve ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos e o evento de transporte para deposição.	O SRBR deverá possuir área adequada e suficiente para manter todos os rejeitos até a data de sua deposição.	
609	Deve ser prevista área para armazenamento de novos containeres para serem utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos.	O SRBR deverá possuir área adequada e suficiente para receber embalagens novas para futuros rejeitos radioativos.	
610	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.		Vide linha 608
611	Devem ser previstos meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.	Previsão de meios, instalações e equipamentos para receber, embalar e transferir rejeitos de baixo nível de radiação.	
612	Devem ser previstos meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do navio:		Vide linha 595

613	a) Água contaminada.		
614	b) Resina desmineralizadora contaminada.		
615	c) Equipamentos e componentes contaminados.		
616	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.		
617	Consiste de dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum:		
618	ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do navio.		
619	Cada circuito de tratamento consiste de:		
620	a) um pré-filtro.		
621	b) desmineralizador.		
622	c) um pós-filtro.		
623	Podem ser previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).		
624	As tubulações devem ser dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.		
625	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não deverá haver conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos.	Não deverá existir conexão direta entre as tubulações contendo água radioativa e as demais, a fim de prevenir a contaminação cruzada.	
626	Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também fazem parte desse sistema.		
627	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Previsão de realização de monitoração de gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados, ou em tanques de processamento, antes da descarga de gases na atmosfera, a fim de evitar contaminação do meio ambiente.	Requisito será remanejado para o SMPR
628	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.		Vide linha 583
629	Deve ser realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.		
630	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.	Previsão de realização de monitoração de água proveniente do SRBR, antes da descarga no mar, garantindo que o nível de atividade esteja de acordo com os limites estabelecidos por lei, a fim de evitar contaminação do meio ambiente.	Requisito será remanejado para o SMPR

631	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 630
632	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	O SGR deve ser projetado de forma a permitir somente descargas deliberadas.	Requisito será remanejado para o SGR
633			
634	Necessidade do SNA:		
635	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
636	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
637	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		Vide linha 627
638	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.		Vide linha 628
639	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		Vide linha 630
640	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 630
641	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
642			
643	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação - SRAR	
644	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
645			
646	Necessidade do SNA:		
647	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
648	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
649	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Provimento de meios para assegurar a disponibilidade do Sistema de Gerenciamento de Rejeitos de Alto Nível de Radiação do submarino, embarcações ou instalação em terra durante os períodos necessários (por exemplo, recarga de combustível e de manutenção dos sistemas nucleares).	

650			
651	Necessidade do SNA:		
652	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
653	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
654	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Deverá ser previsto preparo do SRAR para atuação no período de descomissionamento, incluindo possível modernização e adaptação, caso se faça necessário, para adequação à futura tecnologia e às normas em vigor.	
655			
656	Necessidade do SNA:		
657	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		
658	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
659	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Previsão de áreas e meios adequados ao gerenciamento de todos os rejeitos de alto nível de radiação.	
660	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.	Previsão de área adequada para armazenamento temporário de novas embalagens para os rejeitos de alto nível de radiação até sua deposição.	
661	Deve ser capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de:		Vide linha 595
662	a) Água radioativa.		
663	b) Resina desmineralizadora radioativa.		
664	c) Qualquer material sólido radioativo.		
665	d) Componentes e equipamentos radioativos.		
666	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.		
667	Deve possuir a capacidade de realizar a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.		
668	Deve ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos e o evento de transporte para deposição.		Vide linha 659

669	Deve ser prevista área para armazenamento de novos containeres para serem utilizados como embalagem de futuros rejeitos radioativos.	O SRAR deverá possuir área adequada e suficiente para receber embalagens novas para futuros rejeitos radioativos.	
670	Devem ser previstos meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.		Vide linha 649
671	Devem ser previstos meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do navio:		Vide linha 661
672	a) Água contaminada.		
673	b) Resina desmineralizadora contaminada.		
674	c) Equipamentos e componentes contaminados.		
675	Devem ser previstas válvulas que permitam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.	O SRAR deve possuir mecanismos de retrolavagem da resina utilizada.	
676	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.		
677	Deve ser previsto equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.	Previsão de meios, instalações e equipamentos para receber, embalar as resinas radioativas (tanque de resina, tanque para medida de resina e containeres para embalagem), armazenar em local adequado até a sua deposição.	
678	Deve ser previsto embalagens adequadas de forma a possibilitar o transporte até o local de deposição do rejeito.		Vide linha 677
679	Consiste de:		Vide linha 677
680	a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores.		
681	b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque.		
682	c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N.S. Savannah.		
683			
684	OUTROS.		
685			
686	Necessidade do SNA:		
687	outros - equipamentos.		
688	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
689	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada	Previsão de meios como guindastes, pontes rolantes, veículos sobre trilhos, embalagens, equipe treinada e qualificada pra transporte de	

	abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.	embalagens, principalmente na área do SRAR.	
690			
691			
692	Sistema de Serviços Essenciais - SSE	Sistema de Serviços Essenciais - SSE	
693		É composto por:	
694		a) Sistema de Serviços Essenciais Convencional - SSEC	
695		b) Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN	
696	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
697			
698	OUTROS.		
699	Necessidade do SNA:		
700	outros - escritórios.		
701	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
702	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.	Previsão de área destinada à administração dos serviços e instalações, constituída, em geral por escritórios.	Requisito será remanejado para atender a todos os sistemas.
703			
704	Necessidade do SNA:		
705	outros - equipamentos.		
706	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
707	Estrutura de Interligação.	Previsão de estruturas e instalações para interligação, como canaletas (abaixo do nível térreo) para redes de serviços, como energia elétrica, água, gás ou "racks" (suportes para tubulações e fiações elevados em relação ao nível térreo).	
708			
709	Sistema de Serviços Essenciais Convencional - SSEC	Sistema de Serviços Essenciais Convencional - SSEC	
710	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
711			
712	OUTROS.		
713			
714	Necessidade do SNA:		
715	outros - equipamentos.		
716	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
717	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços	Sistema que inclui rede de serviços de alimentação de energia elétrica,	

	(água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.	água, ar pressurizado, etc, para atendimento às oficinas, estruturas marítimas, prédios administrativos, etc, excetuando-se os sistemas nucleares.	
718			
719	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN	Sistema de Serviços Essenciais Nuclear - SSEN	
720	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
721			
722	Necessidade do SNA:		
723	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
724	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
725	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	O fornecimento de água para resfriamento para suprir o sistema de remoção de calor residual do submarino deve ser contínuo e na qualidade requerida (temperatura, vazão, etc), assim como os demais serviços essenciais, que deverão atender aos requisitos da IPN. Tais serviços devem ter seu funcionamento continuado inclusive sob condição de acidente.	
726	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.		Vide linha 725
727			
728	Necessidade do SNA:		
729	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
730	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
731	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.		Vide linha 725
732	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.		Vide linha 725
733			
734	Necessidade do SNA:		
735	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios		

	para armazenagem de combustível usado.		
736	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
737	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.		Vide linha 762
738			
739	Necessidade do SNA:		
740	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de doca seca.		
741	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
742	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.		Vide linha 725
743			
744	Necessidade do SNA:		
745	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento (esta última com qualidade adequada - partículas em suspensão, poluentes diversos,organismos vivos, temperatura) no cais e na doca seca.		
746	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
747	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.		Vide linha 725
748			
749	Necessidade do SNA:		
750	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas para troca de combustível.		
751	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
752	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.		Vide linha 725
753			
754	Necessidade do SNA:		
755	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de pessoal especializado de manutenção e		

	reparo.		
756	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
757	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	A manutenção das instalações pertencentes ao Sistema de Serviços Essenciais Nucleares deve ser feita somente por pessoal treinado e qualificado, diferentemente do SSEC.	
758			
759	Necessidade do SNA:		
760	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
761	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
762	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.		Vide linha 725
763			
764	OUTROS.		
765			
766	Necessidade do SNA:		
767	outros - equipamentos.		
768	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
769	Edificação contendo conexão por linhas férreas e redes de serviços (água, energia, ar pressurizado, gás, etc), permitindo o cumprimento das funções necessárias.	Provimento de rede de serviços de alimentação de energia elétrica, água, ar pressurizado, etc, para atendimento exclusivo dos sistemas de segurança do reator envolvem redundância, segregação, diversidade e padrão de qualidade requerido pela segurança nuclear.	
770			
771	Sistema de Suporte à Saúde - SSS	Sistema de Suporte à Saúde - SSS	
772		Sistema composto por: a) Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional - SSSNC b) Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR.	
773	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
774			
775	OUTROS.		
776			
777	Necessidade do SNA:		
778	outros - escritórios.	Previsão de área destinada à administração dos serviços e instalações, constituída, em geral por escritórios.	Requisito será remanejado para atender a todos os sistemas.

779	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
780	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.		
781			
782	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional - SSSNC	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Convencional - SSSNC	
783	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
784	xxx	XXX	
785			
786	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR	Sistema de Suporte à Saúde de Natureza Radiológica - SSSNR	
787	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
788			
789	Necessidade do SNA:		
790	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
791	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
792	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	As instalações de pronto socorro médico para radioacidentados deverão estar em condição operacional durante a operação normal e, em especial, sob condição de acidente.	
793			
794	Necessidade do SNA:		
795	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
796	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
797	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.		Vide linha 792
798	Necessidade do SNA:		
799	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
800	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

801	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.		Vide linha 792
802			
803	Necessidade do SNA:		
804	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
805	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
806	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.		Vide linha 792
807			
808	Necessidade do SNA:		
809	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
810	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
811	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.		Vide linha 792
812			
813	Necessidade do SNA:		
814	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
815	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
816	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.		Vide linha 792
817			
818	OUTROS.		
819	Necessidade do SNA:		
820	outros - radioproteção.		
821	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
822	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Previsão de instalações para atendimento emergencial de radioacidentados.	Vide linha 792
823			

824	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR	Sistema de Monitoração e Proteção Radiológica - SMPR	
825	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
826			
827	Necessidade do SNA:		
828	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
829	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
830	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.		Vide linha 930
831	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	No projeto e planejamento das operações, deve ser prevista área para armazenar equipamentos de monitoração da radiação durante a performance das mesmas.	
832	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linha 99
833	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Os sistemas que lidam com atividades que envolvem o emprego do material radioativo devem possuir equipamentos, componentes e estrutura dotados de capacidade para resistir aos piores cenários, tal como o desempenho do confinamento. Assim, em caso de ocorrência de acidente, possa haver mitigação de suas consequências.	
834	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.	Previsão de realização de monitoração de água proveniente do SGR, antes da descarga no mar, garantindo que o nível de atividade esteja de acordo com os limites estabelecidos por lei, a fim de evitar contaminação do meio ambiente.	
835	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 834
836	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
837	Proteção Radiológica.		Vide linha 833
838	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.		Vide linha 833
839	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Previsão de equipamentos adequados para prevenir a dispersão de materiais radioativos (pela atmosfera, pela forma líquida ou sólida), além de manter um controle rigoroso das áreas sujeitas à contaminação.	

840	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.		Vide linha 961
841	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.		Vide linha 962
842	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.		Vide linha 965
843	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).		Vide linha 625
844	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Previsão da instalação de um Laboratório de Radioproteção para prover suporte ao SMPR.	
845	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.		
846	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.		
847	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Previsão de equipe qualificada para operar o Laboratório de Radioproteção, que deve ser responsável por: manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance do confinamento, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	
848			
849	Necessidade do SNA:		
850	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
851	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
852	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		Vide linha 514
853	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		Vide linha 515

854	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.		Vide linha 831
855	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		Vide linha 99
856	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		Vide linha 105
857	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		Vide linha 106
858	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:		Vide linha 107
859	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
860	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
861	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
862	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).		Vide linha 952
863	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		Vide linha 627
864	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		Vide linha 834
865	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 834
866	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
867	Proteção Radiológica.		Vide linha 837
868	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.		Vide linha 833
869	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.		Vide linha 839

870	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.		Vide linha 961
871	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.		Vide linha 962
872	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.		Vide linha 965
873	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).		Vide linha 625
874	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.		Vide linha 834
875	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.		Vide linha 971
876	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.		Vide linha 844
877	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.		Vide linha 845
878	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.		Vide linha 846
879	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.		Vide linha 847
880			
881	Necessidade do SNA:		
882	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
883	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

884	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.		
885	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		
886	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		Vide linha 105
887	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		Vide linha 106
888	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:		Vide linha 118
889	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
890	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
891	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
892	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.		Vide linha 833
893	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		Vide linha 627
894	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		Vide linha 834
895	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 834
896	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
897	Proteção Radiológica.		Vide linha 837
898	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.		Vide linha 833
899	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.		Vide linha 839
900	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.		Vide linha 961

901	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.		Vide linha 962
902	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.		Vide linha 965
903	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).		Vide linha 625
904	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.		Vide linha 834
905	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.		Vide linha 844
906	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.		
907	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.		
908	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.		Vide linha 847
909			
910	Necessidade do SNA:		
911	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
912	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
913	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		Vide linha 514
914	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		Vide linha 515
915			

916	Necessidade do SNA:		
917	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios para armazenagem de combustível usado.		
918	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
919	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.		Vide linha 833
920			
921	Necessidade do SNA:		
922	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
923	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
924	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		Vide linha 514
925	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		Vide linha 515
926			
927	Necessidade do SNA:		
928	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de doca seca.		
929	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
930	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Previsão de meios para posicionamento de blindagem onde se fizer necessário no local seco onde o navio estiver assentado (doca seca, por exemplo), caso se faça necessário para realização do confinamento da radiação.	
931	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca.	Previsão de realização de monitoração na aproximação do submarino das instalações em terra, e sempre que se fizer necessário.	
932	Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.		Vide linha 46
933	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem	Durante a operação de troca de combustível, deverá ocorrer monitoração dos níveis de radiação, para que providências sejam tomadas no caso de ocorrência de leituras acima do limite estabelecido em projeto.	

	adequada.		
934			
935	Necessidade do SNA:		
936	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas para troca de combustível.		
937	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
938	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.	Previsão de estruturas com blindagem adequada para prover o confinamento exigido durante as operações de troca de combustível.	
939			
940	Necessidade do SNA:		
941	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		
942	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
943	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.	A movimentação das embalagens de rejeitos do SNA ou de outras embarcações para seu local de armazenamento em terra deve ocorrer concomitante aos serviços de monitoração dos níveis de radiação.	
944	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.	Deverão ser providenciados procedimentos para monitoração das atividades que envolvem emprego de material radioativo, em especial do SGR.	
945	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		Vide linha 105
946	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		Vide linha 106
947	Devem ser previstos meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do navio por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.		Vide linha 107
948	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:		Vide linha 118
949	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
950	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos		

	no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
951	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
952	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Previsão de meios adequados (por exemplo, válvulas) no SGR em posições convenientes para permitir retirada de amostras e permitir análise química.	
953	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		Vide linha 627
954	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		Vide linha 834
955	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		Vide linha 834
956	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		Vide linha 632
957	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta (sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" devem ser revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.		
958	O poço de armazenamento de combustíveis usados deve possuir ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas.		
959	Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.	Previsão de utilização de proteções descartáveis nos ambientes onde ocorrerá movimentação de partes envolvidas com emprego de materiais radioativos, para facilitar a atividade de descontaminação.	
960	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	O projeto dos equipamentos deve ser tal que haja a máxima proteção contra dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida, e em caso de ocorrência de tal dispersão, meios pelos quais se possa mitigar os efeitos decorrentes. Todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob controle rigoroso.	
961	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.	Previsão de monitoração e filtragem do ar exaurido de ambientes contaminados.	
962	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	No interior dos ambientes, o fluxo de ar deverá ser das "áreas frias" para as "áreas quentes", a fim de conter a dispersão no ar de partículas contaminadas para fora dos compartimentos radiológicos; com monitoração ocorrendo conforme planejamento previamente elaborado.	
963	As "áreas quentes" devem possuir pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo		Vide linha 962

	esses ambientes sob depressão.		
964	Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.		Vide linha 962
965	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.	Previsão implementação de diversos métodos para monitoração e controle do transporte de materiais radioativos pela água, a fim de aumentar a segurança contra o risco de contaminação.	
966	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).		Vide linha 625
967	Toda drenagem de água contaminada deve ser confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.		
968	Vazamentos dos sistemas relacionados com material contaminado devem drenar para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.		
969	Tanques de água contaminada devem ser equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.		
970	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.		Vide linha 834
971	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	Previsão de cobertura para as superfícies sensíveis (como tapetes de borracha e folhas de papel) de forma a proteger equipamentos sensíveis e facilitar o processo de descontaminação, onde se fizer necessário.	
972			
973	Necessidade do SNA:		
974	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em descontaminação de componentes.		
975	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
976	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		
977	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros		

	instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		
978			
979	Necessidade do SNA:		
980	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de blindagem e confinamento no cais e em dique seco.		
981	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
982	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.		
983			
984	Necessidade do SNA:		
985	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
986	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
987	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.		
988	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.		
989	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.		
990	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.		
991	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		
992	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.		
993	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.		

994	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:		
995	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.		
996	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.		
997	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.		
998	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).		
999	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.		
1000	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.		
1001	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.		
1002	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.		
1003	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.		
1004	Proteção Radiológica.		
1005	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.		
1006	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.		
1007	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.		
1008	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.		
1009	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.		
1010	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos		

	esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).		
1011	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.		
1012	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.		
1013	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.		
1014	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.		
1015	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.		
1016	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.		
1017			
1018	OUTROS.		
1019			
1020	Necessidade do SNA:		
1021	outros - monitoração.		
1022	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1023	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.		
1024	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.		
1025	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).		

1026	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.		
1027	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.		
1028	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.		
1029	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.		
1030			
1031	Necessidade do SNA:		
1032	outros - escritórios.		
1033	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1034	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.		
1035			
1036	Sistema de Segurança Industrial - SSI	Sistema de Segurança Industrial - SSI	
1037	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
1038			
1039	Necessidade do SNA:		
1040	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
1041	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1042	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.	Para as atividades que envolvem posicionamento do navio em local seco, na movimentação de cargas, serviços em locais elevados em relação ao solo, devem ser elaborados programas de qualificação e treinamento de pessoal baseados nas boas práticas das indústrias, nos manuais e nas normas, a fim de proteger a vida do operário e evitar acidentes. O projeto de dos ambientes onde serão desempenhadas tais atividades deverá ser elaborado com foco na segurança, com provimento de guarda-corpos, sinalização visual e sonora, etc.	
1043			
1044	Necessidade do SNA:		

1045	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.		
1046	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1047	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Para as atividades desenvolvidas nas oficinas, na operação de máquinas como prensas, calandras, etc, devem ser elaborados programas de qualificação e treinamento de pessoal baseados nas boas práticas das indústrias, nos manuais e nas normas, a fim de proteger a vida do operário e evitar acidentes. O projeto de dos ambientes onde serão desempenhadas tais atividades deverá ser elaborado com foco na segurança, antecipando o fluxo de pessoal e de material para cada oficina e entre as oficinas, além de sinalização, etc.	
1048	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.		Vide linha 1042
1049			
1050	Necessidade do SNA:		
1051	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
1052	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1053	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.		Vide linha 1042
1054			
1055	Necessidade do SNA:		
1056	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de doca seca.		
1057	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1058	Devem ser previstas instalações para docagem a seco.		Vide linha 1042
1059	A manobra de docagem deve ocorrer de forma semelhante à docagem a seco de um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deve exigir um arranjo especial do picadeiro.		
1060	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuem contato com material radioativo estarem adequadamente confinados, não serão necessários procedimentos especiais para manutenção geral do navio.		
1061	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos		

	significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca.		
1062	Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.		
1063			
1064	Necessidade do SNA:		
1065	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de "oficina quente".		
1066	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1067	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Deve-se providenciar procedimentos de execução de cada tarefa a ser desempenhada, tendo em vista a segurança e saúde dos operários.	
1068			
1069	Necessidade do SNA:		
1070	Instalação a ser prevista no projeto da Base Naval: oficina mecânica quente.		
1071	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1072	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.		Vide linha 1067
1073			
1074	OUTROS.		
1075			
1076	Necessidade do SNA:		
1077	outros - escritórios.		
1078	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1079	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.	Previsão de área destinada à administração dos serviços e instalações, constituída, em geral por escritórios.	Requisito será remanejado para atender a todos os sistemas.
1080			
1081	Necessidade do SNA:		
1082	outros - arranjos.		
1083	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1084	A manobra de docagem deve ocorrer de forma semelhante à docagem a seco de um navio de propulsão convencional de dimensões e massa semelhantes, exceto pelo peso da blindagem, concentrado no meio compartimento do reator, que deve exigir um arranjo especial do picadeiro.		Vide linha 1067
1085			
1086	Sistema de segurança Nuclear - SSN	Sistema de segurança Nuclear - SSN	

1087	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
1088			
1089	Necessidade do SNA:		
1090	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra acidentes nucleares na condição de reator desligado, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência dos mesmos.		
1091	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1092	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1093	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1094	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1095	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1096	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1097	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1098	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1099	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1100	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1101	Devem ser previstos espaços para armazenamento de	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1102	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1103	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1104	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1105	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1106	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1107	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1108	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1109	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1110	Proteção Radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1111	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1112	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1113	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1114	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1115	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1116	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1117	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1118	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1119	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1120	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1121	Vestiário e Lavanderia.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1122	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1123	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1124			
1125	Necessidade do SNA:		
1126	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios		

	de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
1127	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1128	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1129	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1130	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1131	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1132	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1133	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1134	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1135	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1136	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1137	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1138	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1139	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1140	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1141	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1142	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1143	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1144	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1145	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1146	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1147	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1148	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1149	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1150	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1151	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1152	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras	

		considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1153	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1154	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1155	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1156	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1157	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1158	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1159	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1160	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1161	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1162	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1163	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1164	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1165	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1166	Proteção Radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1167	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1168	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1169	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1170	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1171	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1172	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1173	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1174	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1175	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1176	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1177	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1178	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1179	Vestiário e Lavanderia.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1180	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1181	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1182			
1183	Necessidade do SNA:		
1184	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de proteção contra liberação de materiais radioativos sob condição de acidente, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
1185	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1186	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1187	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1188	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1189	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1190	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1191	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1192	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1193	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1194	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1195	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1196	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1197	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1198	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1199	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1200	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1201	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1202	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1203	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1204	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1205	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1206	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1207	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1208	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1209	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1210	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1211	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1212	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1213	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1214	Proteção Radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1215	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1216	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1217	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1218	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1219	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1220	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1221	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1222	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1223	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1224	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1225	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1226	Vestiário e Lavanderia.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1227	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

	de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.		
1228	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1229			
1230	Necessidade do SNA:		
1231	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico durante os períodos entre recargas de combustível.		
1232	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1233	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1234	Devem ser previstas instalações para armazenamento, inspeção e transferência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1235	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1236	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1237	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1238	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1239	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1240	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1241	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo um procedimento mais seguro.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1242	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1243			
1244	Necessidade do SNA:		
1245	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios para armazenagem de combustível novo.		
1246	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1247	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1248			
1249	Necessidade do SNA:		
1250	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios para armazenagem de combustível usado.		
1251	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1252	Não deverá existir compartimento para armazenamento de elementos combustíveis usados no mesmo edifício onde estão armazenados os elementos combustíveis novos, onde é armazenado e realizada a manutenção do equipamento de troca de combustível e onde se armazena sobressalentes da IPN do navio.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1253	Deve ser previsto espaço de armazenamento de elementos combustíveis usados grande o suficiente para conter uma carga completa do reator com todos os elementos combustíveis e barras de controle.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1254	Poço de armazenamento de combustível usado.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1255	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1256	Deve ser previsto espaço de armazenamento equivalente aquele ocupado por uma carga total de elementos combustíveis do reator do N.S. Savannah, incluindo barras de controle.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1257	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1258	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1259	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1260	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1261	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1262			
1263	Necessidade do SNA:		
1264	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação nos períodos de manutenção do SNA.		
1265	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1266	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1267			
1268	Necessidade do SNA:		
1269	No projeto das Instalações de Apoio Logístico, devido à presença do Submarino Nuclear de Ataque, deverão ser considerados meios de preparo do Apoio Logístico para atuação no descomissionamento do SNA.		
1270	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1271	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1272	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1273	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1274	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1275	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1276			
1277	Necessidade do SNA:		
1278	Requisito do Navio a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de doca seca.		
1279	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1280	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1281	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1282	Na situação em que todas as estruturas, sistemas e componentes que possuem contato com material radioativo estarem adequadamente confinados, não serão necessários procedimentos especiais para manutenção geral do navio.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1283	A docagem a seco do flutuante não deveria apresentar riscos significantes de liberação de materiais radioativos, exceto pela remota possibilidade de ocorrência de descontaminação da doca seca.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1284	Todos os procedimentos que seriam executados ali deveriam ser de natureza convencional.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1285	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1286			
1287	Necessidade do SNA:		
1288	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: fornecimento contínuo de energia, fluidos diversos, ventilação e água de resfriamento (esta última com qualidade adequada - partículas em suspensão, poluentes diversos,organismos vivos, temperatura) no cais e na doca seca.		

1289	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1290	Sistema de remoção do calor residual do reator deve ser suprido continuamente com água do mar para alimentar o trocador de calor usado para esse propósito, durante o período de docagem a seco.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1291			
1292	Necessidade do SNA:		
1293	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas para troca de combustível.		
1294	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1295	Devem ser previstas instalações para armazenamento, inspeção e transferência de elementos combustíveis usados, incluindo aqueles que sofreram danos no revestimento.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1296	Devem ser previstas instalações para realização de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1297	Deve haver uma área destinada ao armazenamento e à manutenção do equipamento de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1298	Ponto de apoio para a transferência de elementos combustíveis novos para o N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1299	Área de movimentação dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1300	Área de Troca de Combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1301	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1302	Os elementos combustíveis do Savannah seriam removidos para o flutuante de manutenção em qualquer local que apresentasse condições para executar a operação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1303	Devem ser previstos meios para receber e transferir elementos combustíveis usados e barras de controle.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras	

		considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1304	Serviços de inspeção e reparos na blindagem do poço de armazenamento de combustíveis usados poderão ser necessários, e isso deverá ser feito após a remoção dos elementos combustíveis usados e das barras de controle para um container com blindagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1305			
1306	Necessidade do SNA:		
1307	Requisito da Instalação Nuclear a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de instalações especializadas em processamento de rejeitos e efluentes.		
1308	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1309	Devem ser previstas instalações para transferência de rejeitos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1310	Ponto de apoio de rejeitos do N.S. Savannah do flutuante de serviço para armazenamento ou para o veículo sobre trilhos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1311	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos - SGR.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1312	Deve ser capaz de permitir o manuseio, processamento e disposição de rejeitos radioativos encontrados no interior da edificação, na forma de:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1313	a) Água radioativa.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1314	b) Resina desmineralizadora radioativa.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1315	c) Qualquer material sólido radioativo.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1316	d) Componentes e equipamentos radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1317	Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1318	Deve ser capaz de processar rejeitos provenientes da área de	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	descontaminação, lavanderia e outras áreas que produzem rejeitos líquidos radioativos de baixo nível de radiação.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1319	Esse sistema envolve:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1320	a) Filtros.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1321	b) Tanques desmineralizadores.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1322	c) Tanques de descarga.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1323	d) Bombas de transferência.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1324	e) Meios de ventilação e extração de gás.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1325	Sistema de Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos de Alto Nível de Radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1326	Deve possuir a capacidade de realizar a recepção, armazenamento, transferência e embalagem de resinas utilizadas nos desmineralizadores do Sistema para Manuseio de Rejeitos Líquidos Radioativos de Baixo Nível de Radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1327	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1328	Área de Armazenamento de Rejeitos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1329	Deve ser grande o suficiente para mantê-los num período entre o evento de recebimento dos rejeitos e o evento de transporte para deposição.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1330	Área de Armazenamento de Embalagens.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1331	Deve ser prevista área para armazenamento de novos containeres para serem utilizados como embalagem de futuros rejeitos	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras	

	radioativos.	considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1332	Instalações que permitiriam o gerenciamento de rejeitos sólidos e líquidos de baixo nível de radiação até sua transferência para instalação designada em terra.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1333	Devem ser previstos meios para receber, embalar e transferir rejeitos radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1334	Devem ser previstos meios para gerenciamento dos seguintes tipos de rejeitos recebidos do navio:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1335	a) Água contaminada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1336	b) Resina desmineralizadora contaminada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1337	c) Equipamentos e componentes contaminados.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1338	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1339	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1340	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1341	Devem ser previstos meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do navio por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1342	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1343	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1344	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras	

		considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1345	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1346	Sistema de gerenciamento de rejeitos - SGR.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1347	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1348	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1349	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1350	Devem ser previstos meios para transferir a resina desmineralizadora do flutuante de manutenção ou do desmineralizador do navio por meio de retrolavagem para embalagens de rejeitos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1351	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1352	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1353	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1354	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1355	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1356	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1357	Consiste de dois circuitos independentes de tratamento com as seguintes partes em comum: ponto de coleta, ponto de descarga e meios de conexão com o sistema de transferência de rejeitos líquidos radioativos do navio.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1358	Cada circuito de tratamento consiste de:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1359	a) um pré-filtro.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1360	b) desmineralizador.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1361	c) um pós-filtro.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1362	Devem ser previstas válvulas que permitam a operação de retrolavagem da resina utilizada para o sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1363	Podem ser previstos, também, dois tanques de coleta (tank sump) e quatro tanques de armazenamento (hold tank).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1364	As tubulações devem ser dispostas de modo que cada bomba poderia realizar sucção de qualquer tanque de coleta ou de qualquer tanque de armazenamento e recalque em direção a quaisquer sistemas de tratamento e por fim a qualquer tanque de retenção que não estivesse ao lado da admissão.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1365	Com exceção da conexão para alimentação da lavagem com água, equipada com válvula de retenção (para evitar retorno de água para a tubulação), não deverá haver conexão direta com quaisquer sistemas não radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1366	Dispositivos indicadores de nível, passagens de serviço, extravasores, ventilação e conexões de drenagem também fazem parte desse sistema.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1367	Sistema de gerenciamento de rejeitos líquidos de alto nível de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1368	Deve ser previsto equipamentos para embalagem de resinas radioativas do interior dos containeres de armazenamento.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1369	Deve ser previsto embalagens adequadas de forma a possibilitar o	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	transporte até o local de deposição do rejeito.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1370	Consiste de:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1371	a) Tanque de resina - usado para coleta da resina descarregada de quaisquer desmineralizadores.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1372	b) Tanque de medida de resina - usado para medir e armazenar uma quantidade pré determinada de resina descarregada de cada tanque.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1373	c) Série de containeres - usados como embalagens de um volume de resina correspondente à quantidade total de resina contida nos desmineralizadores, tubulações, conexões e válvulas do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1374	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1375	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1376	Deve ser realizada pelo sistema de armazenamento de rejeitos líquidos de baixo nível de radiação por meio da bomba de transferência de rejeitos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1377	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1378	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1379	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1380	O desmineralizador, filtros, tanques de coleta (sump), bombas de transporte de rejeitos, tanques de resina, tubulação de transferência de "resina quente" devem ser revestidos com blindagem de chumbo de espessura variando de 0,5 a 6,5 polegadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1381	O poço de armazenamento de combustíveis usados deve possuir ao seu redor uma blindagem chumbo de 9 a 12 polegadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1382	Todas as superfícies foram projetadas para serem facilmente descontaminadas, e proteções "descartáveis" para as superfícies eram empregadas sempre que possível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1383	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação devem estar sob rígido controle.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1384	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1385	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1386	As "áreas quentes" devem possuir pelo menos 200% do número necessário de ventiladores para promover exaustão, mantendo esses ambientes sob depressão.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1387	Amostragem na passagem de ar deveria ser constante, enquanto que a amostragem de outros ambientes seria periódica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1388	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1389	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1390	Toda drenagem de água contaminada deve ser confinada no interior do flutuante e direcionada para o Compartimento de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1391	Vazamentos dos sistemas relacionados com material contaminado devem drenar para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1392	Tanques de água contaminada devem ser equipados com aberturas seladas e aparafusadas para limitar e restringir o acesso, com abertura para o sistema de rejeitos gasosos e extravasor para o poço de coleta de efluentes (bilge drain sump) do CGR.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1393	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras	

	descarga ao mar.	considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1394	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1395			
1396	Necessidade do SNA:		
1397	Previsão de instalações especializadas em descontaminação de componentes.		
1398	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1399	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1400	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1401	Área de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1402	Deve ser previsto um local para limpeza de ferramentas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1403	Deve ser previsto um local para movimentação de containeres e componentes contaminados por depósitos radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1404	O acesso de grandes equipamentos na área de descontaminação pode ser feito por meio de porta deslizante e teto removível, tal qual nas instalações para apoiar a manutenção do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1405	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1406	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1407	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1408	Devem ser previstos espaços para armazenamento de	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

	Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1409	Devem ser previstos meios para proceder à descontaminação os compontentes do sistema primário e outros equipamentos contaminados.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1410	Vestiário e Lavanderia.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1411	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1412	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1413			
1414	Necessidade do SNA:		
1415	Previsão de blindagem e confinamento no cais e em dique seco.		
1416	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1417	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1418			
1419	Necessidade do SNA:		
1420	Previsão de sobressalentes e ferramentas especiais.		
1421	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1422	Deve existir área destinada ao armazenamento de sobressalentes do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1423	Áreas para armazenamento e inspeção das peças sobressalentes da IPN do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1424			
1425	Necessidade do SNA:		
1426	Previsão de "oficina quente".		
1427	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		

1428	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1429			
1430	Necessidade do SNA:		
1431	Previsão de pessoal especializado de manutenção e reparo.		
1432	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1433	Devem possuir a função de atracação do navio de local de encontro com o flutuante de manutenção, o equipamento de troca de combustível, guindastes flutuantes, e equipe responsável pela operação de troca.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1434			
1435	Necessidade do SNA:		
1436	Requisito do Ambiente a ser atendido pelo Apoio Logístico: previsão de meios de proteção contra liberação de materiais radioativos em condição normal ou acidental, e de mitigação dos efeitos em caso de ocorrência.		
1437	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1438	Deve haver previsão de Lavanderia Quente - LQ, para tratamento das roupas e outros materiais contaminados com material radioativo.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1439	Devem ser previstos compartimentos com armários e chuveiros instalados ao lado da Lavanderia Quente, para evitar qualquer dispersão de material radioativo para fora do local de trabalho.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1440	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1441	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1442	Armazenamento e manuseio de elementos combustíveis novos (que implicaria no uso de vasos para armazenamento ou suportes de forma a prevenir a formação inadvertida de massa crítica).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1443	Para manter a equipe adequadamente treinada para a operação de troca de elementos combustíveis, deve ser previsto um modelo em escala real do vaso do reator para que fosse utilizada como simulador da operação de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1444	Desta forma, pode-se minimizar o tempo de operação, reduzir os custos, familiarizar os operários com os procedimentos e torná-lo	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras	

	um procedimento mais seguro.	considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1445	Tal "simulador" deve ser montado no prédio da manutenção, tal qual nas instalações do N.S. Savannah.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1446	Deve se prevista a instalação de blindagens ao redor dos componentes do SGR, adequada para proteção radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1447	O piso deve ser inclinado para permitir a drenagem para zonas de coleta a fim de prevenir que o fluxo de água contaminada e outros líquidos entrassem em contato com outras áreas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1448	Como medida de precaução adicional contra a disseminação de fluidos radioativos para outras áreas e para proteção do pessoal, tanques contendo ácido ou soluções cáusticas devem ser posicionados abaixo do nível do piso da área de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1449	Pisos dotados de grades de aço podem ser instalados ao redor dos tanques para facilitar a drenagem a um ponto central de coleta.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1450	As instalações de docagem a seco devem ser capazes de permitir o posicionamento de blindagem temporária ao redor de áreas onde existir níveis excessivos de radiação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1451	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1452	Devem ser previstos espaços para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI para permitir a entrada de pessoal nas áreas controladas e chuveiros para descontaminação de pessoal.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1453	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1454	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1455	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio através de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1456	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1457	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1458	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1459	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1460	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1461	Devem ser previstos meios para concentrar o material particulado radioativo encontrado dentro dos "componentes de processamento de rejeitos" por meio de filtração e troca iônica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1462	Devem ser previstos meios para remover o material particulado do flutuante de manutenção e dos componentes do navio por meio de procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1463	Devem ser previstos meios para concentrar os rejeitos radioativos sólidos para sua deposição, de acordo com os procedimentos de gerenciamento de rejeitos aprovados pela Autoridade de Segurança Nuclear - ASN.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1464	Devem ser previstos meios para atenuação dos níveis de radiação presente nos rejeitos e sistemas associados:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1465	a) Acondicionamento e transporte em embalagem adequada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1466	b) Descarga por diluição e dispersão de líquidos e gases radioativos no ambiente de acordo com os limites aceitáveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1467	c) Processo natural de decaimento radioativo durante a contenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1468	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1469	Esse poço deve possuir um espaço vazio na parte inferior a fim de limitar o nível de radiação em direção ao mar, por baixo do navio.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras	

		considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1470	Devem ser previstos meios para remoção de calor residual.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1471	Devem ser previstos meios de prevenção de criticalidade pelo adequado espaçamento entre elementos combustíveis e embalagem individual dos elementos combustíveis usados.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1472	Devem ser previstos meios de reduzir a atividade da água contaminada no interior dos containeres de elementos combustíveis.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1473	Deve possuir capacidade de conter elementos usados com revestimento danificado.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1474	Deve ser prevista capacidade estrutural e blindagem suficientes para minimizar riscos radiológicos sob condição de acidente.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1475	Consiste de meios para remoção e coleta de quaisquer gases provenientes de rejeitos radioativos armazenados ou em tanques de processamento com o objetivo de análise, monitoração e descarga no ambiente por dispersão no ar.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1476	Drenagem de áreas contaminadas e tanques de depósito.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1477	Devem ser previstos meios para lançamento dos efluentes ao mar após diluição em água doce ou água salgada.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1478	Tal descarga seria permitida quando a atividade do fluido atinge um nível aceitável.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1479	O arranjo da tubulação é tal que permite somente a ocorrência de descargas deliberadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1480	Proteção Radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1481	Os sistemas de manutenção nuclear possuem blindagens de chumbo com espessuras adequadas.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1482	Cuidados especiais devem ser tomados no projeto dos equipamentos para prevenção à dispersão de material contaminado via aérea, líquida ou sólida e todas as áreas sujeitas a contaminação	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

	devem estar sob rígido controle.		
1483	Todo ar deverá ser exaurido dos ambientes contaminados através de um filtro absoluto.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1484	O fluxo de ar no interior dos "compartimentos quentes" devem ser insuflados nas por ventiladores nas "áreas radiologicamente frias" e exaurido nas "áreas radiologicamente quentes", o que garante a depressão das áreas sujeitas à contaminação radiológica.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1485	O transporte de radioatividade pela água deve ser controlado por diversos métodos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1486	Todos os sistemas que contém água contaminada devem ser confinados em áreas designadas como "áreas quentes", e todos esses sistemas devem ser projetados de forma a prevenir a contaminação cruzada entre sistemas contaminados e aqueles que não contém material radioativo (tais como sistemas de água lavagem a água, sistemas de água salgada).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1487	Deve ser providenciado um tanque de amostragem de água contaminada para que a atividade pudesse ser verificada antes da descarga ao mar.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1488	Adicionalmente à cobertura de superfícies (que devem ser de fácil descontaminação), tapetes de borrachas, folhas de papel absorvente ou outros materiais devem ser especificados para cobrir e proteger superfícies contra a abrasão indevida por conta da passagem de pessoal ou de danos causados por equipamentos ou materiais.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1489	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1490	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1491	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1492	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1493	Vestiário e Lavanderia.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	

1494	No vestiário devem ser previstos todos os EPI, como macacão adequado, luvas de borracha, botas e capuz, e equipamento de monitoração, medidores para pesquisa de níveis de radiação, além de outros equipamentos necessários para operações de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1495	A lavanderia deve possuir equipamentos necessários para detecção e subsequente descontaminação de roupas de proteção contaminadas utilizadas na manutenção e outras operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1496			
1497	Necessidade do SNA:		
1498	Instalação a ser prevista no projeto da Base Naval: oficina mecânica quente.		
1499	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1500	Devem ser previstas instalações para realização de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1501			
1502	OUTROS.		
1503	Necessidade do SNA:		
1504	outros - armazenamento.		
1505	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1506	Deve ser previsto um local para armazenamento, manutenção e testes do equipamento de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1507	Deve existir área de testes do equipamento de troca de combustível e verificação dos procedimentos de troca/recarga.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1508	Área de armazenamento dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1509	Área de manutenção dos equipamentos utilizados na operação de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1510			
1511	Necessidade do SNA:		

1512	outros - monitoração.		
1513	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1514	Deve ser previsto espaço para armazenar equipamentos de atuação na monitoração de radiação durante as operações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1515	Devem ser previstos meios para realizar monitoração durante as operações de troca de combustível, a manutenção do sistema primário e a transferência de materiais radioativos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1516	Devem ser previstas válvulas (petcocks) posicionadas adequadamente de forma a permitir a retirada de amostras de gases dos ambientes de quaisquer partes do sistema para proceder a uma análise química (relacionado com sistema de ventilação e remoção de gases).	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1517	Laboratório de radioproteção a bordo do flutuante de manutenção.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1518	Devem ser previstos equipamentos necessários para detecção de radiação alfa, beta e gama em líquidos ou sólidos e para medida da atividade de particulado na atmosfera.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1519	Todo material (rejeitos líquidos, gasosos, containeres blindados, miscelânea de rejeitos embalados, etc) deve ser monitorado pela equipe do laboratório antes do transporte para fora do flutuante.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1520	O pessoal do laboratório deve ser responsável pela manutenção dos registros de monitoração ambiental e determinação da performance da blindagem, filtros, resinas desmineralizadoras e procedimentos de descontaminação.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1521			
1522	Necessidade do SNA:		
1523	outros - radioproteção.		
1524	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1525	Devem ser previstas instalações de radioproteção e primeiros socorros para proteção dos operários.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1526			
1527	Necessidade do SNA:		
1528	outros - escritórios.		
1529	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas	

		smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1530	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1531			
1532	Necessidade do SNA:		
1533	outros - equipamentos.		
1534	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1535	Guindastes de 75 toneladas deveriam ser instalados para movimentação de itens do veículo sobre a linha férrea situada no interior da edificação para as piscinas, área de descontaminação ou área de troca de combustível.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1536	A máxima altura de gancho requerida acima da linha férrea era de 65 pés.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1537	Deveria ser previsto um guindaste de 20 toneladas instalado numa área mais baixa para posicionar os tambores de resina contaminada abaixo de um alçapão localizado no piso da compartimento de armazenamento de resíduos sólidos.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1538			
1539	Necessidade do SNA:		
1540	outros - arranjos.		
1541	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1542	N.S.V. Atomic Servant.	Informações já usadas para compor requisitos de outros sistemas smepre visando o cumprimento da segurança nuclear. Outras considerações serão redigidas no texto principal da dissertação.	
1543			
1544	Sistema de Proteção Física - SPF	Sistema de Proteção Física - SPF	
1545	Embasamento extraído do registro de informações do N.S. Savannah para cada necessidade do SNA correspondente	Requisitos Específicos	
1546			
1547	OUTROS.		
1548			

1549	Necessidade do SNA:		
1550	outros - escritórios.		
1551	Informações baseadas no registro do N.S. Savannah:		
1552	Deve ser prevista área para escritórios destinado à administração das instalações.	Previsão de área destinada à administração dos serviços e instalações, constituída, em geral por escritórios.	Requisito será remanejado para atender a todos os sistemas.