



UMA PROPOSTA DE MODELO DE GERENCIAMENTO DA CULTURA DE  
SEGURANÇA PARA O SUBMARINO BRASILEIRO COM PROPULSÃO  
NUCLEAR

Tuxaua Quintella de Linhares

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  
Março de 2016

UMA PROPOSTA DE MODELO DE GERENCIAMENTO DA CULTURA DE  
SEGURANÇA PARA O SUBMARINO BRASILEIRO COM PROPULSÃO  
NUCLEAR

Tuxaua Quintella de Linhares

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. José Antonio Carlos Canedo Medeiros, D. sc.



Prof. Carlos André Vaz Júnior, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL MARÇO DE 2016

Linhares, Tuxaua Quintella de

Uma proposta de modelo de gerenciamento da cultura de segurança para o Submarino Brasileiro com Propulsão Nuclear / Tuxaua Quintella de Linhares – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016

XVI, 188 p: il.; 29,7cm

Orientador: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Nuclear, 2016.

Referências Bibliográficas: p. 145-158.

1. Cultura de Segurança. 2. Submarino Brasileiro com Propulsão Nuclear. 3. Segurança baseada no comportamento. I. Melo, Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Nuclear. III. Título

# Agradecimentos

Após mais de três décadas de serviço na Marinha do Brasil, tive a oportunidade de retornar aos bancos escolares e buscar o mestrado em Engenharia Nuclear. Obter tal título faz parte do programa de capacitação do pessoal responsável pelo gerenciamento do programa de obtenção de submarino com propulsão nuclear desenvolvido pela Marinha do Brasil. Assim, antes de mais nada, devo agradecer à Marinha do Brasil nas pessoas do Almirante-de-Esquadra (RM1) Gilberto Max Roffé Hirschfeld e do Contra-Almirante (RM1-EN) Alan Paes Leme Arthou, por me terem escolhido para participar do Empreendimento Modular de obtenção de submarino com propulsão nuclear.

É por obrigação de justiça que manifesto meu preito de gratidão ao Sr. Capitão-de-Mar-e-Guerra (RM1) Yran Leite Maia (M. Sc.) e ao Físico Tob Rodrigues de Albuquerque (M. Sc.) pelo inestimável apoio e auxílio na revisão deste trabalho. Também é mister agradecer a todos os integrantes da equipe de gerenciamento do Empreendimento Modular de Obtenção do Submarino com Propulsão Nuclear da Marinha do Brasil. Sem as frequentes e profícuas discussões que entabulamos não seria possível desenvolver os raciocínios que se consubstanciaram no presente trabalho.

Agradeço ao meu orientador, sempre entusiasmado, preciso, sempre pronto para apontar uma nova faceta a ser explorada do assunto selecionado para ser abordado nesta dissertação, o Professor Doutor Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo.

Cabe aqui um agradecimento especial à minha esposa, Lucília de Fátima de Araújo Linhares, e minha filha Thayna de Araújo Linhares, pelo contínuo apoio, amor, e compreensão, mesmo quando eu passava longas horas, que eu poderia tê-las dedicado, estudando e pesquisando.

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

# UMA PROPOSTA DE MODELO DE GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA PARA O SUBMARINO BRASILEIRO COM PROPULSÃO NUCLEAR

Tuxaua Quintella de Linhares

Março/2016

Orientador: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Programa de Engenharia Nuclear

Este trabalho propõe um modelo de gerenciamento da cultura de segurança para o submarino brasileiro com propulsão nuclear que assegure o mais elevado padrão de segurança.

Para fundamentar o modelo proposto foram analisados: os requisitos de segurança em submarinos com propulsão nuclear; os requisitos de cultura de segurança em atividades nucleares da de órgãos regulatórios nacionais e internacionais; os paradigmas de cultura de segurança em outras atividades onde a segurança é primordial; e programa de gerenciamento da segurança em submarinos da Marinha norte-americana SUBSAFE. Para que o modelo fosse adequado à realidade brasileira foram identificados e analisados os fundamentos e a estrutura da cultura organizacional militar-naval brasileira.

Para validação do modelo proposto foi realizada a análise do acidente da perda do submarino com propulsão nuclear norte-americano USS *Thresher* com o emprego das metodologias STAMP e FRAM.

A partir das análises realizadas foi proposto um modelo de gerenciamento da cultura de segurança que pode ser aplicado ao submarino brasileiro com propulsão nuclear.

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

A SAFETY CULTURE MANAGEMENT MODEL FOR THE BRAZILIAN NUCLEAR  
PROPELLED SUBMARINE

Tuxaua Quintella de Linhares

March/2015

Advisor: Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo

Department: Nuclear Engineering

This work proposes a safety culture management model for the Brazilian nuclear propelled submarine, in order to ensure the highest standard of safety.

To support the proposed model safety requirements for nuclear propelled submarines; national and international regulatory bodies safety culture requirements for nuclear activities; safety culture paradigms in other activities where safety is paramount; and the US Navy's submarine safety management program SUBSAFE. In order to adjust the model to the Brazilian reality, the foundations and structure of the Brazilian military naval organizational culture were identified and analyzed.

To validate the proposed model, the loss of the USS *Thresher* nuclear propelled submarine was analyzed using the STAMP and the FRAM methodologies.

From the analyzes a safety culture management model that may be applied to the Brazilian nuclear propelled submarine was proposed.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 CONTEXTO.....	1
1.1.1 Decisão de obter um submarino com propulsão nuclear.....	1
1.1.2 O submarino brasileiro com propulsão nuclear .....	1
1.1.3 Operação de Submarinos na Marinha do Brasil.....	2
1.2 MOTIVAÇÃO.....	2
1.3 ABORDAGEM .....	3
1.4 UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS .....	4
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	4
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
2.1 CULTURA DE SEGURANÇA .....	5
<b>3. METODOLOGIA E FATOS PERTINENTES</b> .....	9
3.1 CULTURA .....	9
3.2 TAREFA E ATIVIDADE .....	12
3.3 CULTURA ORGANIZACIONAL .....	14
3.4 CULTURA ORGANIZACIONAL BRASILEIRA.....	16
3.5 CULTURA ORGANIZACIONAL PÚBLICA BRASILEIRA.....	19
3.6 CULTURA MILITAR-NAVAL BRASILEIRA.....	19
3.6.1 Fundamentos formais da cultura militar-naval.....	19
3.6.2 Liderança na Marinha.....	20
3.6.3 Avaliação do pessoal da Marinha.....	21
3.7 ATRIBUIÇÕES DOS ÓRGÃOS COM RESPONSABILIDADES PERTINENTES À SEGURANÇA EM SUBMARINOS .....	21
3.8 SUBMARINOS .....	26
3.8.1 Controle da profundidade.....	26

3.8.2 Limites operacionais de segurança.....	27
3.9 SEGURANÇA.....	28
3.9.1 Evolução do conceito de segurança .....	28
3.9.2 Princípio do compromisso entre a eficiência e a meticulosidade.....	36
3.9.3 Segurança em submarinos com propulsão nuclear .....	41
3.9.4 O acidente do submarino USS <i>Thresher</i> .....	45
3.9.5 O programa SUBSAFE .....	49
3.10 MODELOS DE CAUSALIDADE ACIDENTAL .....	60
3.10.1 O <i>AcciMap</i> - Modelo de acidental Rasmussen e Svedung.....	60
3.10.2 Modelo e processo acidental com base na teoria de sistemas – <i>System Theoretic Accident Method and Process</i> - STAMP.....	62
3.10.3 O Método da Análise da Ressonância Funcional – <i>Functional Resonance Analysis Method</i> – FRAM.....	66
3.11 O MÉTODO MICMAC .....	70
3.12 MODELOS DE GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA.....	73
3.13 A INFLUÊNCIA DAS CULTURAS NACIONAIS SOBRE A CULTURA DE SEGURANÇA.....	76
3.14 AS PRÁTICAS DE SEGURANÇA NA MARINHA.....	77
3.14.1 Segurança de Aviação na Marinha.....	77
3.14.2 Normas e procedimentos de Segurança no Comando da Esquadra .....	80
3.14.3 Normas e procedimentos de Segurança no Comando da Força de Submarinos da Marinha do Brasil .....	81
3.15 AVALIAÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA.....	83
3.15.1 Avaliação da cultura de segurança em organizações de alta confiabilidade ( <i>high reliability organizations</i> – HRO).....	83
3.15.2 Avaliação da cultura de segurança como instrumento de melhoria do sistema de gerenciamento da segurança no projeto de um sistema de gerenciamento de tráfego aéreo na Europa.....	84

3.15.3 Avaliação da cultura de segurança no contexto do <i>Reactor Oversight Process</i> (ROP) da <i>Nuclear Regulatory Commission</i> .....	84
<b>4. ANÁLISE</b> .....	<b>85</b>
4.1 COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA CULTURA DE SEGURANÇA .....	87
4.2 ANÁLISE DO ACIDENTE DO <i>Thresher</i> .....	87
4.2.1 O acidente do <i>Thresher</i> sob a perspectiva STAMP .....	87
4.2.2 O acidente do <i>Thresher</i> sob a perspectiva FRAM .....	90
4.3 COMPLEXIDADE E ACOPLAMENTOS EM UM SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR.....	97
4.4 ASPECTOS ORGANIZACIONAIS RELEVANTES À SEGURANÇA.....	99
4.4.1 Características da cultura organizacional brasileira.....	99
4.4.2 Estrutura organizacional militar-naval.....	100
4.5 O SUBSAFE COMO PARADIGMA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL.....	105
4.6 VALORES PERCEBIDOS NA CULTURA ORGANIZACIONAL MILITAR-NAVAL COM IMPLICAÇÕES PARA A SEGURANÇA .....	106
4.6.1 No Estatuto dos Militares e na Doutrina de Liderança da Marinha.....	106
4.6.2 Nos critérios de avaliação de pessoal da Marinha.....	108
4.7 AS PRÁTICAS DE SEGURANÇA DA MARINHA.....	110
4.7.1 Segurança de aviação .....	110
4.7.2 Segurança na Esquadra.....	111
4.7.3 Segurança na Força de Submarinos .....	112
4.8 LIÇÕES DA PERDA DO <i>Thresher</i> PARA A MARINHA DO BRASIL.....	115
<b>5. UMA PROPOSTA DE MODELO PARA O GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR</b> .....	<b>118</b>

5.1 DEFINIÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR.....	119
5.2 AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA NO ÂMBITO DA FORÇA DE SUBMARINOS .....	119
5.3 OBJETIVOS DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR .....	120
5.4 POLÍTICA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR .....	126
5.5 ATRIBUTOS PARA A CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL .....	126
5.6 ESTRUTURA PARA O GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL .....	127
5.7 FUNDAMENTOS PARA O GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL.....	136
<b>6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>142</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE A – ANÁLISE DO ACIDENTE DO THRESHER PELO MÉTODO STAMP .....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICE B – ANÁLISE DO ACIDENTE DO <i>THRESHER</i> PELO FRAM ....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE C – LISTA DE QUESTÕES PARA PESQUISA DE PERCEPÇÃO DE CULTURA DE SEGURANÇA .....</b>	<b>168</b>
<b>APÊNDICE D – MODELO DE QUESTIONÁRIO PARA AUTOAVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA CULTURA DE SEGURANÇA NA FORÇA DE SUBMARINOS .....</b>	<b>181</b>
<b>APÊNDICE E – ATRIBUTOS DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS .....</b>	<b>185</b>
<b>APÊNDICE F – O SISTEMA SOCIOTÉCNICO DA SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL .....</b>	<b>187</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes e Fatores de cultura de segurança.....	5
Figura 2 – Componentes da cultura de segurança .....	6
Figura 3 – Componentes da Cultura de Segurança.....	6
Figura 4 – Criação e manutenção da cultura organizacional.....	16
Figura 5 - Pontuação de alguns países, segundo as variáveis de Hofstede para avaliação de culturas.....	18
Figura 6 – Generalização da relação entre a proteção (segurança) e a produção (ou operação) .....	28
Figura 7 – Componentes da Segurança Naval.....	42
Figura 8 – Estrutura da divisão dos poderes no <i>SUBSAFE</i> .....	52
Figura 9 - Elementos típicos de um processo de controle com realimentação.....	64
Figura 10 – Representação gráfica de uma função no FRAM .....	68
Figura 11 – Modelo de processo de negócio de cultura de segurança com base no constructo de cultura de segurança.....	74
Figura 12 – Modelo para mensuração dos componentes da cultura de segurança.....	75
Figura 13 – Estrutura da divisão dos poderes análoga ao <i>SUBSAFE</i> na Marinha do Brasil. ....	129
Figura 14 – Proposta de separação de poderes no sistema de gerenciamento da segurança em submarinos na Marinha do Brasil. ....	131
Figura 15 – Proposta de separação de poderes no sistema de gerenciamento da segurança em submarinos no Comando da Força de Submarinos.....	132
Figura 16- Estrutura do sistema pertinente ao acidente do <i>Thresher</i> elaborado pela metodologia STAMP.....	159
Figura 17 – Subsistemas do Submarino na estrutura do sistema pertinente ao acidente do <i>Thresher</i> .....	160
Figura 18 – Dinâmica do sistema pertinente ao acidente do <i>Thresher</i> .....	161

Figura 19 - Modelo FRAM do Sistema USS <i>Thresher</i> – Primeira Iteração .....	166
Figura 20 Representação gráfica do modelo FRAM proposto para o acidente que levou à perda do USS <i>Thresher</i> . .....	167
Figura 21 – ActorMap/Organograma pertinente à segurança em submarinos na Marinha do Brasil.....	187
Figura 22- Um modelo simplificado do sistema pertinente a segurança em submarinos na Marinha do Brasil. ....	188

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características gerais do submarino brasileiro com propulsão nuclear.....	2
Tabela 2 – Características do Submarino “TIKUNA” .....	2
Tabela 3- Diferenciação entre o indivíduo e a pessoa .....	11
Tabela 4 – Características de sistemas tratáveis e intratáveis .....	32
Tabela 5 – Comparação entre Segurança I e Segurança II.....	35
Tabela 6 – Treze funções com maior nível de influência direta.....	94
Tabela 7 – Treze funções com maior nível de influência indireta.....	95
Tabela 8 – Treze funções com maior nível de dependência direta.....	95
Tabela 9 – Treze funções com maior nível de dependência indireta.....	95
Tabela 10 – Relação entre as características da cultura organizacional pública brasileira e o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva .....	99
Tabela 11 – Relação entre as características da cultura organizacional pública brasileira e o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva (continuação) .....	100
Tabela 12 – Atores que podem exercer os poderes de Gerente do Programa da Plataforma .....	131
Tabela 13 – Acidentes identificados e sua relação aos perigos do sistema.....	164
Tabela 14 – Lista de questões para avaliação de cultura de segurança .....	168

## LISTA DE SIGLAS

AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
AMRJ	Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro
BACS	Base Almirante Castro e Silva
CAAML	Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão
CAST	<i>Causal Analysis using System Theory</i>
CCC	<i>Cause Consequence Chart</i>
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
CIAMA	Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché
CIPASB	Comissão de Investigação e Prevenção de Acidentes em Submarino
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
ComEmCh	Comando-Em-Chefe da Esquadra
ComForS	Comando da Força de Submarinos
ComOpNav	Comando de Operações Navais
CSPA	Comissão de Segurança e Prevenção de Acidentes
DAerM	Diretoria de Aeronáutica da Marinha
DE	Diretoria Especializada
DEN	Diretoria de Engenharia Naval
DGMM	Diretoria-Geral do Material da Marinha
DGPM	Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha
EMA	Estado Maior da Armada
ETTO	<i>Efficiency-Thoroughness Trade-Off</i>
ForS	Força de Submarinos
FRAM	<i>Functional Resonance Analysis Method</i>
FMECA	<i>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis</i>

HAZOP	<i>Hazard and Operability Study</i>
HRA	<i>Human Reliability Assessment</i>
HRO	<i>High Reliability Organizations</i>
HSE	<i>Health and Safety Executive</i>
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
INPO	<i>Institute of Nuclear Power Operations</i>
IV&V	Integração, Verificação e Validação
MICMAC	Matriz de Impactos Cruzados – Multiplicações Aplicadas a uma Classificação
MODTEC	Proposta de Modificação Técnica
NAVSEA	<i>Naval Sea Systems Command</i>
NEA	<i>OCDE Nuclear Energy Agency</i>
NEI	<i>Nuclear Energy Institute</i>
NORMESQ	Norma do Comando-Em-Chefe da Esquadra
NORSUB	Normas do Comando da Força de Submarinos
NQSA	<i>Nuclear Quality Standard Association</i>
NSS	Navio de Socorro de Submarinos
NSSS	<i>Nuclear Steam Supply System</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODG	Órgão de Direção Geral
ODS	Órgão de Direção Setorial
OM	Organização Militar
OMPS	Organização Militar Prestadora de Serviço
OQE	<i>Objective Quality Evidence</i>
PPAA	Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
PWR	<i>Pressurized Water Reactor</i>

RDM	Regulamento Disciplinar para a Marinha
REC	<i>Reentry Control</i>
RELPREV	Relatório de Prevenção
RelSitPer	Relatório de Situação de Perigo
REX	Retorno de Experiência
ROP	<i>Reactor Oversight Process</i>
SARSUB	Salvamento e Resgate ( <i>Search and Rescue</i> ) de Submarinos
SGSO	Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional
SIPAerM	Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Marinha
SIPASB	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes em Submarinos
SMP	Sistema de manutenção preventiva
SN-BR	Submarino Brasileiro com Propulsão Nuclear
STAMP	<i>System Theoretic Accident Method and Analysis</i>
STPA	<i>System Theoretic Process Analysis</i>
SUBSAFE	Programa de segurança em submarinos da Marinha norte-americana
TETO	<i>Thoroughness-Efficiency Trade-off</i>
TMI	<i>Three Mile Island</i>
NRC	<i>U.S. Nuclear Regulatory Commission</i>
URO MRC	<i>Unrestricted Operations Maintenance Requirements Card</i>
WANO	<i>World Association of Nuclear Operators</i>

## 1. INTRODUÇÃO

Na língua portuguesa, diferente do que ocorre nos idiomas inglês e francês, há um único vocábulo para expressar tanto o conceito pertinente à prevenção de acidentes como à prevenção de ações e acesso não autorizados. O primeiro conceito em inglês e francês é expresso pelos vocábulos *safety* e *sécurité*, e o segundo pelos vocábulos *security* e *sûreté*, respectivamente. O termo segurança será empregado como tradução dos termos *safety* e *sécurité*, e não serão abordados aspectos pertinentes à proteção física, segurança pública ou segurança patrimonial.

### 1.1 CONTEXTO

#### 1.1.1 Decisão de obter um submarino com propulsão nuclear

A 18 de dezembro de 2008 a promulgação pelo Presidente da República do Decreto nº 6.703 representou o fruto do esforço realizado no Congresso Nacional e na Comissão Ministerial de Formulação da Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2008).

Dentre as diretrizes estabelecidas na Estratégia Nacional de Defesa está o fortalecimento do setor nuclear, que inclui a obtenção de submarino com propulsão nuclear (BRASIL, 2008). Obtenção essa que foi atribuída à Marinha do Brasil que deverá desenvolver a capacidade de projetar e fabricar submarinos nucleares (BRASIL, 2008).

#### 1.1.2 O submarino brasileiro com propulsão nuclear

O Submarino Brasileiro com Propulsão Nuclear (SN-BR), ainda em fase de projeto, terá aproximadamente cem metros de comprimento e deslocará cerca de seis mil toneladas (BRANDÃO, 2014), como pode ser verificado na Tabela 1.

O SN-BR pode ser subdividido, para efeitos práticos em uma plataforma naval e sua planta propulsora, que inclui o *nuclear steam supply system* (NSSS).

O NSSS é parte da planta de propulsão nuclear desenvolvida pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) no projeto LABGENE - Laboratório de Geração Nucleoelétrica (MARINHA DO BRASIL, 2015b).

A plataforma naval é um submarino com as dimensões, características estruturais e de segurança necessárias ao emprego de propulsão nuclear. Seu projeto, construção, operação e manutenção seguem o estado da arte da engenharia naval e melhores práticas pertinentes. Com esse propósito foi celebrado um contrato junto à *Direction des*

*Constructions Navales et Services* (DCNS) que prevê a transferência de tecnologia de projeto e construção de submarinos nucleares para a Marinha do Brasil, capacitando-a nestas atividades. Também será aproveitada a experiência adquirida pela Marinha do Brasil na construção dos submarinos classe Tupi, e Tikuna e Classe "SCORPENE" (MARINHA DO BRASIL, 2015b).

Tabela 1 – Características gerais do submarino brasileiro com propulsão nuclear

Comprimento total:	100 m
Diâmetro do casco resistente:	9,8 m
Deslocamento:	Cerca de 4000 T
Propulsão:	Nuclear
Velocidade:	25 nós
Tripulação:	100 Oficiais e Praças

Fonte: Brandão (2014)

### 1.1.3 Operação de Submarinos na Marinha do Brasil

A Marinha do Brasil completou no dia 17 de julho de 2014 um século de operação com submarinos. Durante estes cem anos de operação de submarinos não houve acidentes operativos<sup>1</sup> que resultassem na perda de submarinos, porém 23 militares perderam suas vidas em serviço em submarinos e operações de mergulho (FGV Projetos, 2014).

Hoje a Marinha do Brasil opera submarinos da Classe “TUPI/TIKUNA”, de projeto alemão construídos sob licença no Brasil. As principais características do “TIKUNA” constam da Tabela 2.

Tabela 2 – Características do Submarino “TIKUNA”

Comprimento total:	62 m
Diâmetro do casco resistente:	6,2 m
Deslocamento:	1.400 T na superfície e 1550T submerso
Propulsão:	Diesel-elétrica, 480 elementos de baterias, motor elétrico e um propulsor
Velocidade:	Acima de 20 nós
Tripulação:	7 Oficiais e 29 Praças

Fonte: NERY (2006).

## 1.2 MOTIVAÇÃO

A legislação brasileira estabelece a competência e monopólio da União sobre as atividades nucleares, que só podem ser realizadas com fins pacíficos, e atribui à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a responsabilidade sobre essas atividades, inclusive no que concerne à regulamentação, autorização e fiscalização (BRASIL, 1962, 1974, 1986, 1988, 2006).

<sup>1</sup> Em dezembro de 2000 o Submarino “TONELERO” afundou no cais durante um período de manutenção. O submarino foi reflutuado. Posteriormente foi decidida a sua baixa tendo em vista o custo de sua recuperação e sua defasagem tecnológica (AGÊNCIA ESTADO, 2001).

A CNEN, no uso de suas atribuições estabeleceu a Norma CNEN-NE-1.26 Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas (CNEN, 1997). Nela está preconizado o estabelecimento pela organização operadora de uma estrutura com pessoal, tanto técnico como administrativo, na quantidade e qualificação necessária, e cômicos da importância da cultura da segurança (CNEN, 1997). Essa norma determina que a organização operadora da instalação nuclear deve ser estruturada considerando, entre outras funções gerenciais, a avaliação da cultura operacional. Também é obrigatório à organização operadora conduzir análises regulares visando assegurar que prevaleça a conscientização quanto à segurança, que sejam observadas as medidas para aumentar a segurança e que não exista excessiva confiança ou complacência. A experiência operacional deverá ser acompanhada visando à detecção de tendências adversas à segurança, sendo os eventos relacionados à segurança investigados e tratados de forma a prevenir a ocorrência de acidentes (CNEN, 1997).

A Norma CNEN-NE-1.04 (CNEN, 2000) exclui do seu campo de aplicação “aquelas atividades relacionadas com reatores nucleares utilizados como fonte de energia em meio de transporte, tanto para propulsão como para outros fins”, (CNEN, 2002). A norma atual de licenciamento, portanto, pode ser considerada como não aplicável à planta de propulsão nuclear SN-BR, mas considerando as atribuições, competências e responsabilidades da CNEN sobre as atividades nucleares é razoável considerar que o SN-BR deverá cumprir o que preconiza a CNEN-NE-1.26 com relação à cultura de segurança.

### 1.3 ABORDAGEM

Não foram encontradas fontes abertas que permitissem o estabelecimento de critérios e metodologia aplicados à cultura de segurança em submarinos com propulsão nuclear. Como alternativa foram empregados critérios e modelos de gerenciamento de cultura de segurança aplicados à indústria nuclear e outras atividades com exigências semelhantes quanto à segurança. Esses critérios e modelos, no entanto, foram desenvolvidos e são aplicados em contextos diferentes ao da Força de Submarinos. É, portanto, necessário adaptar os critérios e modelos à realidade cultural da ForS, pois: “Todo sistema cultural tem a sua própria lógica e não passa de um ato primário de etnocentrismo tentar transferir a lógica de um sistema para outro”, (LARAIA, 2001).

#### 1.4 UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da presente dissertação poderão contribuir para o gerenciamento da cultura de segurança em submarinos na Marinha do Brasil, a fim de assegurar ao submarino brasileiro com propulsão nuclear um nível de segurança adequado a atividades nucleares.

#### 1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O Capítulo 2 apresenta a Revisão Bibliográfica. No Capítulo 3 são apresentados a Metodologia e os Fatos Pertinentes. O Capítulo 4 apresenta a Análise dos fatos pertinentes, dos resultados da aplicação das metodologias de análise selecionadas ao acidente do Thresher. No Capítulo 5 é apresentada a proposta de um modelo de gerenciamento da cultura de segurança para o SN-BR. No Capítulo 6, o trabalho é finalizado com Conclusões e Recomendações. A seguir são listadas as Referências Bibliográficas consultadas e mencionadas. Por fim são apresentados os apêndices.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CULTURA DE SEGURANÇA

KRZYWICKI e KEESEY (2011) definem cultura de segurança de uma organização como o resultado dos valores, atitudes, percepções, competências e comportamentos do grupo e dos indivíduos que o compõe que “determinam o comprometimento, o estilo e a proficiência do gerenciamento da saúde ocupacional e segurança de uma organização”, (KRZYWICKI e KEESEY, 2011). Os mesmos autores também definem cultura de segurança como “O que as pessoas fazem quando ninguém está olhando”, (KRZYWICKI e KEESEY, 2011).

A Figura 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra os componentes e fatores que influenciam a cultura de segurança de uma organização segundo KRZYWICKI e KEESEY (2011).

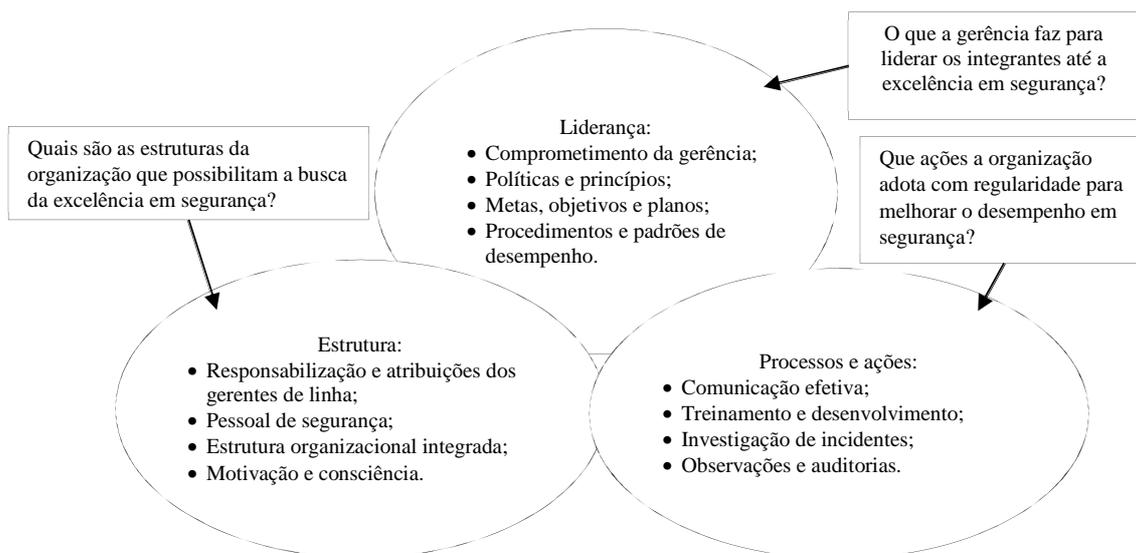


Figura 1 – Componentes e Fatores de cultura de segurança  
Fonte: KRZYWICKI e KEESEY (2011).

A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) define cultura de segurança nuclear como: “O conjunto das características e atitudes na organização e indivíduos que estabelece que, como uma prioridade primordial, questões de proteção e segurança recebem a atenção devida aos seus significados”, (IAEA, 2007).

A autoridade reguladora nuclear brasileira, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) cultura de segurança como: “Conjunto de características e atitudes de

organizações e de indivíduos que estabelece, como prioridade maior, que as questões de segurança da usina receberão atenção proporcional à sua importância”, (CNEN, 1997).

COLLINS (2012) defende que a cultura de segurança é um sistema de segurança fundamentado no desempenho humano.

A *Nuclear Safety Quality Association* (NQSA, 2011) afirma que a cultura de segurança é composta por aspectos organizacionais e humanos, como ilustrado na Figura 2.

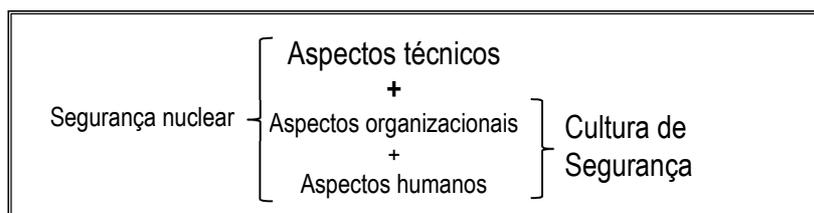


Figura 2 – Componentes da cultura de segurança  
Fonte: NQSA (2011).

REASON (1997) elenca os componentes da cultura de segurança apresentados na Figura 3.

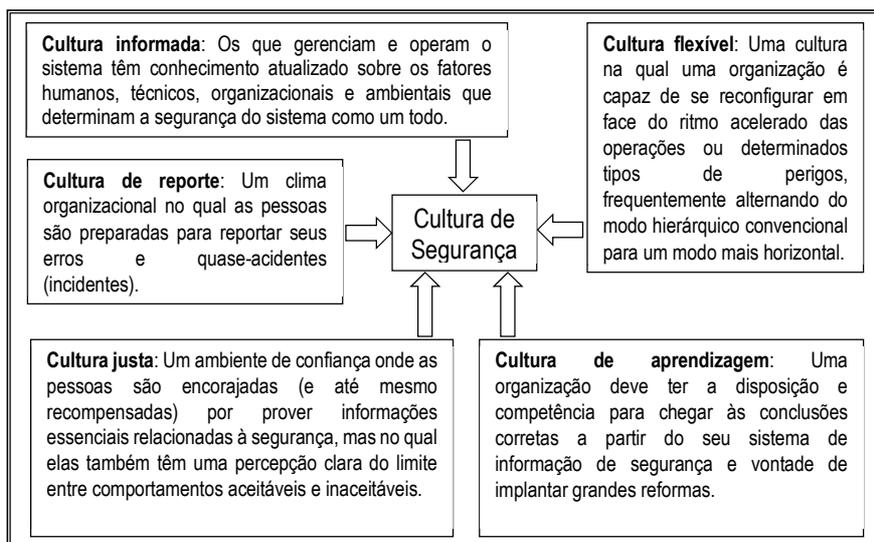


Figura 3 – Componentes da Cultura de Segurança  
Fonte: REASON (1997)

A empresa *Workplace Press* (2006), da Nova Zelândia apresenta os seguintes elementos-chave da cultura de segurança: Compromisso da gerência; Envolvimento de todos no sistema de saúde ocupacional e segurança; e Integração da segurança a todas as atividades .

FLEMING (2007) analisando aspectos ligados a acidentes em plataformas *offshore* e organizações de alta confiabilidade (*High Reliability Organizations – HRO*) propôs os seguintes elementos para a cultura de segurança: Aprendizado organizacional;

Envolvimento da força de trabalho; Treinamento; Avaliação do desempenho de segurança; Comunicação; e Comprometimento a segurança.

Segundo COOPER(2002b) o termo cultura de segurança apareceu pela primeira vez no relatório da Agência Nuclear da OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE *Nuclear Energy Agency* – NEA) de 1987 a respeito do acidente de Chernobyl, mas ele alerta que não há uma definição universalmente aceita para o termo (COOPER, 2002b), e propõe a seguinte definição: “Aquele grau de esforço observável pelo qual todos os membros da organização dirigem sua atenção e ações no sentido de melhorar a segurança todos os dias” (COOPER apud COOPER, 2002a).

MESERVE (2002) elencou os seguintes elementos gerais da cultura de segurança:

a) Organizacionais:

- i. Compromisso da alta gerência com a segurança;
- ii. Efetividade organizacional;
- iii. Comunicações efetivas;
- iv. Aprendizado organizacional;
- v. Uma cultura que encoraja a identificação e solução de questões de segurança.

b) Individuais:

- i. Responsabilidade pessoal, onde o indivíduo assume a responsabilidade pelos seus atos e decisões;
- ii. Uma atitude questionadora;
- iii. Aderência aos procedimentos.

A *World Association of Nuclear Operators* – WANO, define de cultura de segurança como “os valores e comportamentos centrais resultantes de um comprometimento coletivo dos líderes e indivíduos em enfatizar a segurança sobre metas concorrentes, a fim de assegurar a proteção de pessoas e do meio ambiente”, (WANO, 2013).

A declaração de política da NRC sobre a cultura de segurança define que cultura de segurança corresponde aos valores e comportamentos resultantes do comprometimento das pessoas “em enfatizar a segurança sobre outras metas concorrentes para assegurar a proteção de pessoas e do ambiente”, (NRC, 2011a). A mesma definição é encontrada na NUREG-2165 (NRC, 2014d). Esse documento apresenta ainda a relação de traços da cultura de segurança e respectivos atributos.

WIEGMANN *et al.* (2002), versando sobre a segurança de aviação, afirmam que não há consenso quanto aos indicadores de uma cultura de segurança, mas apontam cinco aspectos como sendo comuns a todos os modelos de cultura de segurança e que, por conseguinte, podem servir como indicadores: O comprometimento organizacional; O envolvimento gerencial; O empoderamento dos empregados; Sistemas de recompensas; e Sistemas de reporte (WIEGMANN *et al.*, 2002).

O documento NUREG-2165, *Safety Culture Common Language* (NRC, 2014d), descreve os traços essenciais e atributos de uma cultura de segurança nuclear saudável. O INPO também publicou sua linguagem comum no documento INPO 12-012 *Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture* (INPO, 2013). Alguns desses atributos foram incorporados ao capítulo 0310 do Manual de Inspeção da NRC (2014b), a fim de estabelecer termos comuns à NRC e à indústria nuclear. Os anexos da série 95003.02 (NRC, 2011b), apresentam os requisitos e exemplificam como deve ser realizada a avaliação da cultura de segurança, nas usinas submetidas àquela autoridade.

O programa de segurança em submarinos da marinha norte-americana *SUBSAFE*, segundo LEVESON (2011) representa um programa bem-sucedido de gerenciamento da segurança.

### 3. METODOLOGIA E FATOS PERTINENTES

#### 3.1 CULTURA

BOSI (1992) informa que a palavra cultura pode ter sua origem no verbo latino *colo*, cujo significado é o de ocupar, habitar, e por extensão, cultivar a terra ou o campo. Da mesma raiz, segundo esse autor, derivam também as palavras “culto” e “colônia”. Ele aponta que é particípio futuro do verbo *colo* é *culturus*, cujo significado é: o que se vai trabalhar, o que se quer cultivar; e cultura como “o conjunto das práticas, das técnicas, dos símbolos e dos valores que se devem transmitir às novas gerações para garantir a reprodução de um estado de coexistência social”, (BOSI, 1992).

LARAIA (2001) aponta que a cultura é o instrumento para que o homem perceba o mundo. Ele informa ainda que a origem do termo remonta ao século XIX quando Edward Taylor (1832-1917) sintetizou no vocábulo *Culture* o termo germânico *Kultur*, que desde o século XVIII remetia a todos os aspectos espirituais de uma comunidade, e o termo francês *Civilization*, empregado em referência às realizações materiais de um povo (LARAIA, 2001). *Culture*, portanto, englobava os conhecimentos, valores, crenças, atitudes, legislação, obras ou todos outros predicados e capacidades do ser humano na condição de um membro do grupo social.

O conceito fundamental da cultura é o de diferenciar as características do ser social daquelas inatas do ser que se pode chamar de ser natural. O diferencial entre os dois está no fato de que a cultura é aprendida, independentemente da hereditariedade. Há assim uma relação dual onde a cultura serve como interface do homem com o seu mundo, mas também é o instrumento de ajuste do homem ao seu mundo (LARAIA, 2001).

A cultura não é estática, ela é dinâmica e, à semelhança do processo de seleção natural que direciona a evolução das espécies, ela se adapta para melhor adequar as comunidades humanas à sua realidade. A tecnologia, a economia de subsistência e os aspectos da organização social ligados à produção são os componentes de uma cultura que constituem a sua porção mais adaptativa. É destes componentes que a mudança, motivada pela necessidade de adaptação, tem início e depois se irradia para os demais (LARAIA, 2001).

Em situações de crise pode ocorrer no grupo social uma atitude que é oposta ao etnocentrismo: a apatia. Tal atitude se configura pela perda na crença no seu sistema de

valores, perdendo assim a motivação da coesão do grupo e ameaçando sua sobrevivência (LARAIA, 2001).

Nenhum indivíduo participa de todos os aspectos da cultura em que está inserido. Sua participação é sempre limitada, mas deve haver uma participação, mesmo que mínima, a fim de que o indivíduo consiga se articular com os demais integrantes do grupo social. Sem esta participação, mesmo mínima, o indivíduo não saberá como agir em algumas situações e nem antecipar o comportamento dos demais integrantes da cultura. Sem saber como se comportar e sem saber como antecipar o comportamento dos demais integrantes do grupo social o indivíduo prejudicará o controle de determinadas ações do grupo social (LARAIA, 2001).

A dificuldade no controle das ações decorrerá da falta de comunicação entre os integrantes, pois o padrão de comportamento foi quebrado. Mas as dificuldades de comunicação não ocorrem apenas como consequência da quebra do padrão de comportamento. Dificuldades de comunicação podem surgir também quando o grupo social passa por um período de mudança cultural, em especial quando eles são decorrentes de fatores externos, os quais o grupo social não tem como influenciar ou controlar (LARAIA, 2001).

É importante não incidir no erro de supor que a lógica de um sistema cultural pode ser transferida para outro sistema cultural. Cada um tem a sua lógica peculiar que precisa ser respeitada (LARAIA, 2001).

PIRES E MACÊDO (2006) alertam que em 1962 foi possível se identificar cento e sessenta e duas definições distintas para o termo “cultura”. A fim de se concentrar nos aspectos pertinentes à abordagem concernente à cultura organizacional os autores apontam os seguintes fatores:

- A cultura expressa os valores e as crenças que os membros do grupo partilham;
- Os valores se manifestam por intermédio de símbolos, mitos, rituais, histórias, lendas, e uma linguagem especializada;
- Os valores e crenças orientam os indivíduos do grupo na forma de pensar, agir e tomar decisões;
- A cultura é conjunto complexo de tudo o que constitui a vida em grupos, incluindo modos de pensar, de sentir e de agir; e

- Os componentes da cultura são aprendidos, partilhados e transmitidos pelos membros do grupo.

BATISTA (2010) salienta a relação dual entre o integrante e o seu grupo social. Segundo o autor a cultura é o fator de diferenciação entre os grupos sociais, povos e nações. Esta diferenciação confere ao integrante do grupo social autenticidade, pois o integrante é, ao mesmo tempo, produto do meio cultural e produtor do meio cultural. Esta visão coincide com a de PIRES e MACÊDO (2006), pois os autores afirmam que a cultura está ligada à capacidade de adaptação do indivíduo ao grupo no qual está inserido, mas ele também contribui para “a construção do significado social e normativo, possibilita que um grupo se fortaleça ou se desintegre”, (PIRES e MACEDO, 2006, p.83).

DAMATTA (1997) aponta como o indivíduo, inserido na sua cultura, se converte em pessoa. O indivíduo é o sujeito das leis e dos direitos fundamentais, como o da igualdade de tratamento perante a lei. A pessoa, no entanto, goza dos relacionamentos, hábitos e tradições da cultura do grupo social em que está inserida. Ainda que o tratamento isonômico perante a lei seja a norma, a prática é que a pessoa é diferente do indivíduo, como se pode constatar na Tabela 3.

Tabela 3- Diferenciação entre o indivíduo e a pessoa

<b>Indivíduo</b>	<b>Pessoa</b>
Tem liberdade	Tem sua liberdade restringida, pois está sujeita à cultura do grupo social em que está inserida
Goza de igualdade com os demais indivíduos	Tem uma relação complementar às demais, relativizada de acordo com sua posição na estrutura do grupo social. Há relações de subordinação e autoridade
Tem consciência individual	A consciência é social, o grupo social tem precedência
A <b>estória</b> pessoal e a percepção de si próprio são essenciais	A <b>história</b> , as tradições, mitologia e paradigmas do grupo social são base para as formas de expressão
Faz suas próprias regras	Recebe as regras da cultura do grupo social
Relaciona-se diretamente com o meio	Tem sua relação com o meio submetida à intermediação da cultura em que está inserida, que é, por via de regra, segmentada.

Fonte: DAMATTA (1997).

A percepção de AGULHON *et al.* (2014), onde a injunção é o metaconceito para a segurança têm relação com a diferenciação entre os conceitos de pessoa e indivíduo de DAMATTA (1997). Aqueles autores apontam como a heteronímia das relações entre as pessoas teria como força propulsora os interesses do indivíduo e não o bem comum. Os interesses do indivíduo só são reprimidos em favor dos coletivos na medida em que os interesses coletivos atendam aos individuais. Há, portanto, uma negociação entre os

interesses individuais e os do grupo. Se o indivíduo não se submeter ao grupo ele não poderá se tornar uma pessoa e sua entrada no grupo social encontrará resistência. Por outro lado, ao subordinar seus interesses aos do grupo, o indivíduo o faz como instrumento para ver atendidos, na medida do possível, os seus interesses individuais. A injunção é, assim, fluxo e instrumento. Fluxo, pois há troca entre o indivíduo e o grupo, a fim de limitar-lhe a autonomia e torná-lo uma pessoa. Instrumento no sentido de que a heteronímia da pessoa serve como meio para o indivíduo ver atendidos os seus interesses.

A injunção é um processo de dialética entre a autonomia do indivíduo e a heteronímia da pessoa. O indivíduo pode reagir à injunção, mas estará sujeito a ações coercitivas, inclusive à pressão social. Eventualmente a injunção é incorporada ao arcabouço psicológico do grupo social, tornando-se assim fato aceito (senso comum) e divulgado por todo o grupo social (AGULHON *et al.*, 2014).

A submissão do indivíduo às injunções da segurança, contribuindo assim para a uniformização de percepções e práticas, diminui as incertezas, pois aumenta a previsibilidade do comportamento dos integrantes da organização. Enfocando a injunção sob o ponto vista psicológico há uma assimetria de poder, com o indivíduo no pólo fraco da relação e a organização no pólo forte.

A consequência da percepção desses autores é despir o caráter místico, puro e idealizado da segurança. Entendendo o papel da injunção como metaconceito da segurança é possível entender e gerenciar as percepções e sentimentos dos integrantes da organização, pois se terá em mente que a fonte primária de motivação serão os interesses individuais. Cabe à organização buscar alinhar os seus interesses aos dos indivíduos, ou condicionar o atendimento destes àqueles, a fim de assegurar o atendimento dos requisitos organizacionais, inclusive os de segurança.

AGULHON *et al.* (2014) afirmam ainda que indivíduos com tendências ao autoritarismo valorizam a conformidade social sobre a autonomia.

### 3.2 TAREFA E ATIVIDADE

LEPLAT e HOC (1983) apresentam uma diferenciação entre tarefa e atividade. A primeira corresponde ao trabalho como planejado, previsto, preconizado; a segunda, ao trabalho como ele é efetivamente realizado. A tarefa é a obrigação, a atividade reflete o que o executor faz para buscar cumprir a tarefa. O propósito que o trabalho deseja atingir é o nexos entre a tarefa e a atividade. Para avaliar se o propósito do trabalho foi atingido o

executor deve conhecer os requisitos pertinentes. Conhecendo os requisitos pertinentes, estabelecidos a partir de critérios que devem ser comunicados ou disponibilizados ao executor, ele pode, pela execução da atividade, atingir o propósito da tarefa.

No tempo a tarefa antecede a atividade, pois a primeira é conhecida de quem determina a sua execução. A descrição da tarefa, por mais completa e detalhada que seja, não poderá prever todos os fatores, condições e perturbações atuantes no momento em que ela for ser executada. A atividade corresponde, portanto, a como o executor entendeu a tarefa e como ela pode buscar atingir os seus propósitos (LEPLAT e HOC, 1983).

Dentre os motivos que resultam na diferenciação entre tarefa e atividade pode estar a dialética entre o indivíduo e a pessoa, pois a tarefa é preconizada em nome da organização, correspondendo a uma injunção que configura uma relação de heteronímia do indivíduo em relação ao grupo.

HOLLNAGEL (2014) realiza uma abordagem semelhante, mas emprega os termos “trabalho como imaginado” – *work-as-imagined*, e “trabalho como feito” – *work-as-done*. Esse autor aponta que as pessoas da porção não executiva da organização – *blunt end*, planejam e imaginam como o trabalho deve, ou deveria ser realizado, mas os executores do trabalho – *sharp end*, podem executá-lo de forma diferente do que foi imaginado. Tal diferença não é necessariamente a causa de eventos indesejáveis, mas frequentemente o motivo pelo qual as coisas dão certo, como será abordado mais adiante no item 3.9.2 .

CARRETEIRO e BARROS (2014) ao analisarem e descreverem intervenções psicossociológicas em trabalho apontam que a tarefa, determinada pela organização, ou tarefa primária, preconizada pela instituição, serve de referência para a atividade. Mas a tarefa prescrita não será, necessariamente determinante de como a atividade será realizada. A realização da atividade depende dos predicados e condições internas do indivíduo e das condições externas. As circunstâncias, a disponibilidade de recursos e constrangimentos de diversas origens, inclusive psicológica, influenciarão a atividade.

A intervenção psicossociológica no campo de trabalho deve ter como ponto de partida e ponto central a atividade, seguindo para a tarefa, e a prescrição. Deve ser observado se há conflito entre o que a organização busca e os interesses do indivíduo. Se houver conflito, dele pode surgir a insegurança (CARRETEIRO e BARROS, 2014).

### 3.3 CULTURA ORGANIZACIONAL

PIRES e MACÊDO (2006) apontam como as organizações são meios por intermédio dos quais se busca atingir determinados objetivos. As pessoas possibilitam às organizações atingir estes objetivos, mas estes objetivos também dependem das pessoas, pois é na interação social entre elas que eles são definidos. Os autores afirmam que é na cultura que os membros da organização buscam a legitimação do sistema de valores que fundamentam as normas de comportamento aceitas no grupo.

SCHEIN (2004) faz um alerta da importância de se compreender a cultura de uma organização, pois ela é uma abstração, mas no convívio social intermediado por ela surgem forças que, se não forem entendidas, podem ter consequências imprevistas.

Cabe à liderança da organização criar e moldar a cultura de forma a adequá-la aos seus propósitos e o meio em que está inserida. É pertinente apontar que há uma distinção entre a liderança e o gerenciamento, ou administração, de uma organização. A liderança cria e muda uma cultura, a gerência, ou a administração, são atores que atuam dentro da cultura, sem necessariamente liderá-la (SCHEIN, 2004).

Para SCHEIN (2004) cultura de um grupo pode ser formalmente definida como:

Um padrão de pressupostos básicos compartilhados que aprendido pelo grupo à medida que ele resolveu seus problemas de adaptação externa e integração interna, que tem funcionado suficientemente bem para ser considerado válido e, portanto, a ser ensinado a novos membros como a forma correta de perceber, pensar e sentir em relação àqueles problemas (SCHEIN, 2004, p.17).

Nessa definição podem ser identificados os problemas básicos que afligem todos os grupos: a sobrevivência, crescimento e adaptação ao ambiente; e integração interna, que possibilita o seu funcionamento, e o torna capaz de se adaptar e aprender.

SCHEIN (2004) identifica três níveis de cultura, correspondentes aos níveis de visibilidade:

- Artefatos: corresponde à porção explícita, perceptível dos produtos do grupo, como sua estrutura, símbolos, documentos, entre outros. Dentro deste nível está, segundo Schein (2004), o clima, ou ambiente do grupo;
- Crenças e valores compartilhados: correspondem às estratégias, metas e filosofias que moldam o modo do grupo resolver problemas e de justificar suas opções. O

compartilhamento de crenças e ideais se dá por intermédio de um processo de validação social;

- Pressupostos subjacentes: são as crenças, percepções, sentimentos e pensamentos de origem inconsciente que servem de fundamento para as ações e valores.

Dentre as funcionalidades da cultura, segundo SCHEIN (2004), está a de gerenciar a coesão interna do grupo. Coesão esta desenvolvida a partir dos mecanismos descritos a seguir:

- Criação de linguagem comum e categorias conceituais: a criação de categorias e uma linguagem comum auxilia os membros do grupo no processo de tornar mais ordenado e compreensível o seu ambiente;
- Definição das fronteiras do grupo: que servem para determinar quem pertence e quem não pertence ao grupo;
- Distribuição de poder e status;
- Desenvolvimento de regras para intimidade, amizade e amor;
- Distribuição de punições e recompensas; e
- Gerenciamento do que não pode ser gerenciado e explicando o inexplicável.

Os pressupostos subjacentes, segundo SCHEIN (2004), incluem os aspectos a seguir:

- A natureza da realidade e da verdade;
- A natureza do tempo;
- A natureza do espaço;
- A natureza da natureza humana;
- A natureza da atividade humana; e
- A natureza dos relacionamentos humanos.

O processo de criação e manutenção da cultura organizacional se dá por intermédio dos processos de seleção de novos integrantes, pela atuação dos dirigentes e processo de socialização dos integrantes da organização. Os critérios de seleção são influenciados pelos ideais e filosofia dos fundadores da organização, ainda que

representem um aspecto mítico (CASSEL, 2012). A Figura 4 representa o processo de criação e manutenção da cultura organizacional.

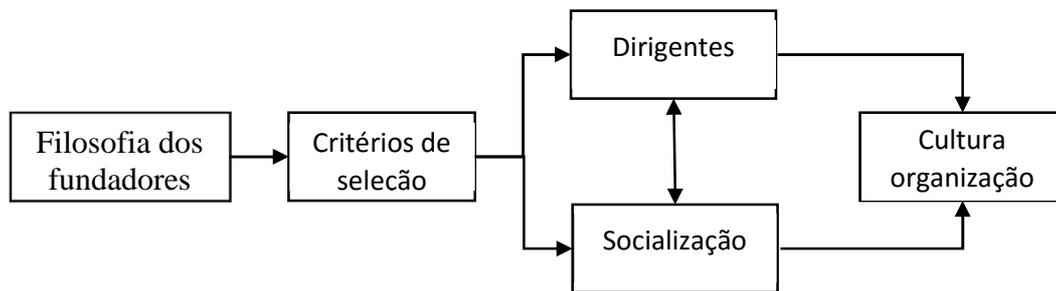


Figura 4 – Criação e manutenção da cultura organizacional  
Fonte: CASSEL (2012).

FERRAZ e ALBERTO (2007) destacam o significado da comunicação para a criação da cultura organizacional. Os autores apontam que as palavras “comunicar” e comunicação têm origem nas palavras latinas *communicare* e *communis* que significam, respectivamente, “por em comum” e “comum”.

Ao se tornar integrante do grupo social o indivíduo necessita dominar os códigos empregados pelo grupo para se comunicar. Também é necessário dar ao neófito acesso aos canais empregados na organização. O novo integrante deverá ser capaz de decodificar as mensagens que chegam a ele e responder de modo coerente ao que visa a organização. A adaptação do indivíduo à organização se dará por intermédio de doutrinação e socialização. O processo se inicia nos treinamentos de indução e prossegue enquanto houver vínculo entre o indivíduo e a organização. A estabilidade deste vínculo depende da qualidade da comunicação entre o indivíduo e a organização. Comunicação esta que se dá de forma verbal, mas também não-verbal e até de forma paralinguística (FERRAZ e ALBERTO, 2007). Esses autores apontam ainda a necessidade de os responsáveis pela organização terem ciência dos processos de comunicação que ocorrem no seio da mesma, a fim de poderem se tornar agentes da criação da sua cultura organizacional.

### 3.4 CULTURA ORGANIZACIONAL BRASILEIRA

Em THE HOFSTEDE CENTER (2015) é possível consultar a avaliação atual da cultura organizacional brasileira seguindo a metodologia de Hofstede, que é apresentada a seguir. As pontuações variam de zero (0) a cem (100). Para servir de parâmetro de comparação, juntamente com as avaliações da cultura organizacional brasileira, serão apresentadas as avaliações das dimensões da cultura organizacional norte-americana.

- Distância do poder:

- Brasil: 69 – Indica uma sociedade onde a hierarquia deve ser respeitada, as diferenças entre as pessoas são aceitáveis, e as autoridades são acessíveis por intermédio da estrutura da organização; e
- EUA: 40 – Indica uma sociedade onde as desigualdades são percebidas como indesejáveis, e onde as autoridades devem ser acessíveis ao indivíduo.

- Individualismo:

- Brasil: 38 – Reflete a predominância da pessoa sobre o indivíduo, indicando a importância da inserção no grupo social; e
- EUA: 91 – Reflete a predominância do indivíduo sobre a pessoa, indicando a importância das liberdades individuais.

- Masculinidade:

- Brasil: 49 – Denota o equilíbrio entre uma postura de competitividade e busca do sucesso e uma postura de preocupação com o próximo e busca da qualidade de vida; e
- EUA: 62 – Denota uma sociedade que enfatiza a competitividade, onde se espera que a pessoa procure a excelência, superando seus pares. O sucesso individual é percebido como mais importante que a qualidade de vida.

- Aversão à incerteza:

- Brasil: 76 – A análise do The Hofstede Center para esta pontuação é ambígua. Uma pontuação elevada indica a necessidade de normas e leis estruturantes que reduzam a incerteza, mas o comentário feito na análise declara que os brasileiros sentem necessidade de normas e leis estruturantes, mas têm dificuldades em respeitá-las (THE HOFSTEDE CENTER, 2015); e
- EUA: 46 – Indica uma sociedade aberta às inovações onde a liberdade de expressão é valorizada. Também aponta para uma sociedade onde não há necessidade de muitas regras ou normas, e onde seus integrantes são menos emotivos ao se expressar.

- Pragmatismo:

- Brasil: 44 – Baixas pontuações nesta categoria indicam uma tendência à normatização. As altas, ao pragmatismo. O Brasil está numa posição intermediária. Tal posição reflete uma justaposição entre o apego ao passado e a liberdade para buscar o futuro (THE HOFSTEDE CENTER, 2015); e
- EUA: 26 – A baixa pontuação indica a tendência à normatização e pouco pragmatismo, o que pode contrariar a noção de que norte-americanos são pragmáticos. Mas, segundo o THE HOFSTEDE CENTER (2015) a maioria dos norte-americanos não são pragmáticos, mas práticos, caracterizados por uma mentalidade de se perceberem capazes de realizar o que planejam, e serem focados em metas de curto prazo.

- Indulgência:

- Brasil: 59 – A pontuação elevada indica pouco controle sobre os impulsos e desejos, assim como a propensão a buscar a satisfação dos mesmos; e
- EUA: 68 – A pontuação ainda mais alta que a dos brasileiros aponta que norte-americanos tendem a dar vazão aos seus impulsos.

Para permitir a comparação da cultura organizacional brasileira com outras culturas percebidas como latinas e outras percebidas como anglo-saxônicas, a Figura 5 apresenta as pontuações de alguns países segundo o The Hofstede Center:

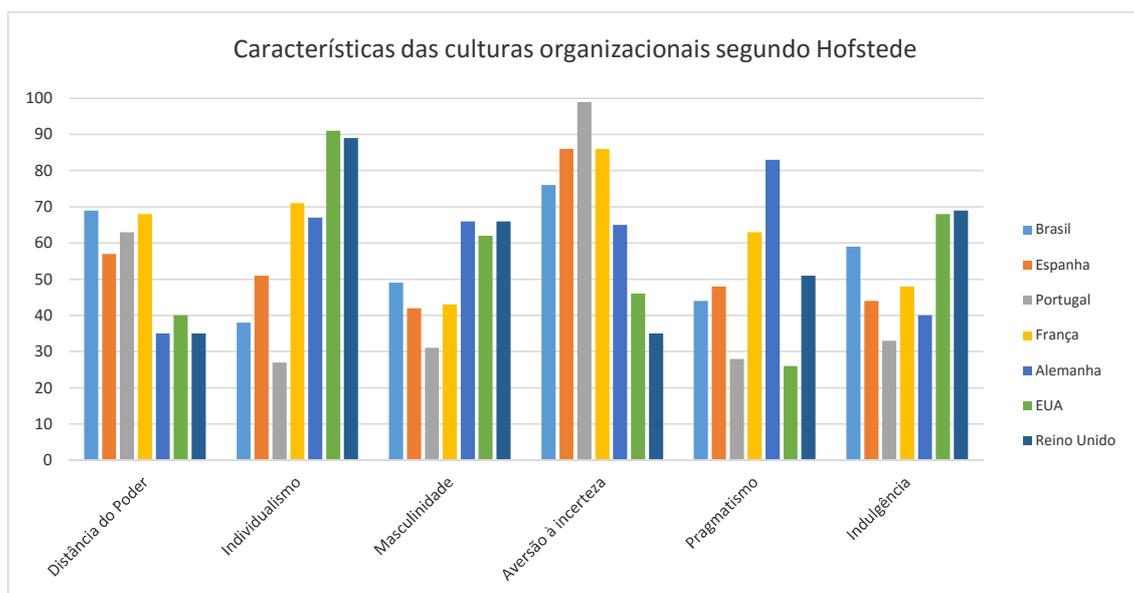


Figura 5 - Pontuação de alguns países, segundo as variáveis de Hofstede para avaliação de culturas.  
Fonte: THE HOFSTEDE CENTER (2015).

### 3.5 CULTURA ORGANIZACIONAL PÚBLICA BRASILEIRA

PIRES e MACÊDO (2006) afirmam que desde sua gênese o Estado brasileiro é centralizador e patrimonialista. Com a industrialização e tentativas de modernização se colocaram em campos opostos um corpo de burocratas, no sentido corporativista, centralizador, avesso a mudanças, e forças inovadoras que buscam eficiência, flexibilidade, melhoria, postura empreendedora, em sintonia com um mundo em rápida transformação (PIRES e MACÊDO, 2006)

Nas organizações públicas, segundo PIREs e MACÊDO (2006), há uma tendência de uniformização, pois o arcabouço legal é comum, e centralização, fruto do fato dos seus dirigentes estarem sujeitos à autoridade e fiscalização externas. Esses atores atribuem à cultura organizacional pública brasileira, entre outros, os seguintes traços peculiares: Apego às regras e rotinas; Supervalorização da hierarquia; Paternalismo nas relações; e Apego ao poder (PIRES e MACÊDO, 2006).

### 3.6 CULTURA MILITAR-NAVAL BRASILEIRA

CAMPOS *et al.* (2004) repetiram a pesquisa de percepção realizada por D'ARAÚJO *et al.* (2002) junto a cento e vinte três oficiais alunos dos cursos de altos estudos da Marinha do Brasil, a fim de verificar a percepção destes do Brasil e das Forças Armadas. Dos diversos aspectos apontados, os seguintes foram percebidos como pertinentes ao gerenciamento de cultura de segurança:

- Predominância do interesse coletivo sobre o pessoal; e
- Defesa das estruturas hierárquicas e cumprimento irrestrito das leis.

#### 3.6.1 Fundamentos formais da cultura militar-naval

A base formal da cultura organizacional militar-naval brasileira é o Estatuto dos Militares. Nele as Forças Armadas são caracterizadas como [...] “instituições nacionais, permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República e dentro dos limites da lei.” (BRASIL, 1980). O Art. 27 do mesmo diploma legal estabelece quais são as manifestações essenciais do valor militar, dentre os quais não foi identificar a segurança.

A ética militar é manifestada no Art. 28 do Estatuto dos Militares. Dentre seus preceitos não foi encontrada nenhuma menção explícita à segurança.

O Regulamento Disciplinar para a Marinha - RDM (BRASIL, 1983) também faz parte da cultura manifesta da Marinha. No artigo onde são tipificadas as contravenções é possível perceber ênfase à estrita conformidade às ordens, e aversão ao questionamento da autoridade.

No RDM foram encontradas quatro referências explícitas à segurança na acepção do termo que interessa ao gerenciamento da cultura de segurança, as demais estão relacionadas à segurança pública, segurança patrimonial ou segurança nacional.

### 3.6.2 Liderança na Marinha

O Estado-Maior da Armada afirma que o comandar é composto por chefiar e liderar “a fim de conduzir eficazmente a organização no cumprimento da missão.” (EMA, 2013), mas que a chefia e a liderança são dois processos simultâneos e complementares. No que concerne à liderança, os melhores resultados são obtidos quando ela não é impositiva, mas fruto de um processo dinâmico e progressivo de aprendizado (EMA, 2013).

A definição de liderança adotada na Marinha é: “O processo que consiste em influenciar pessoas no sentido de que ajam, voluntariamente, em prol do cumprimento da missão.” (EMA, 2013).

Os aspectos fundamentais da liderança, segundo o Estado-Maior da Armada (2013), são os filosóficos, psicológicos e sociológicos.

Os aspectos filosóficos da liderança são do campo da axiologia, sendo responsabilidade do líder doutrinar os seus liderados, a fim de incutir-lhes os valores e crenças considerados vitais pela Marinha, tais como honra, dignidade, honestidade, lealdade, amor à Pátria, entre outros, e transmitir a correta hierarquização dessas crenças e valores, colocando-os acima de outros valores como o dinheiro, poder e satisfação pessoal (EMA, 2013).

No que tange aos aspectos psicológicos da liderança, eles estão no escopo da psicologia social e servem fundamentos teóricos e práticos para o líder gerenciar o processo de influência e de aprendizagem. O líder deverá conhecer a si próprio, mas também seus liderados, a fim de exercer uma liderança efetiva (EMA, 2013).

Os aspectos sociológicos da liderança servem de embasamento teórico para o processo da liderança, em particular no que concerne à influência do líder sobre a

subcultura do grupo que lhe foi confiado. Em particular cabe ao líder adaptar os novos integrantes do grupo à subcultura do mesmo, substituindo a subcultura a que pertenciam anteriormente à sua inclusão na Marinha. Outro aspecto sociológico pertinente à atuação do líder em estimular os comportamentos e processos que contribuem para reforçar as crenças e valores que se buscam cultivar. Também é uma atribuição do líder estimular a cooperação e coesão entre os membros do grupo, gerenciando as eventuais situações de conflito que eventualmente surgirem (EMA, 2013).

Segundo o Estado-Maior da Armada “O líder deve conhecer a si mesmo, para saber de suas capacidades, características e limitações, evitando atribuir aos seus liderados falhas ou restrições.” (EMA, 2013).

A Doutrina de Liderança da Marinha preconiza a comunicação como o processo essencial à liderança (EMA, 2013).

Como um dos principais atributos, um líder deve ser capaz de influenciar as pessoas e ser capaz de transmitir esta habilidade aos seus liderados, estabelecendo um círculo virtuoso formando assim novos líderes (EMA, 2013).

Os principais atributos de um líder, segundo o Estado-Maior da Armada (2013), são: o exemplo; integridade ética; lealdade; coragem; caráter; humildade; competência profissional; determinação; entusiasmo; capacidade decisória; autoconfiança; autocontrole; flexibilidade; altruísmo; respeito; capacidade de relacionamento interpessoal; comunicação; iniciativa; e senso de justiça.

### **3.6.3 Avaliação do pessoal da Marinha**

Os integrantes da Marinha do Brasil são avaliados semestralmente pelo titular da organização (no casos de oficiais), ou pelo oficial a que está subordinado (no caso de praças<sup>2</sup>). Os critérios de avaliação dos praças são diferentes daqueles dos oficiais (DGPM, 2012). Nesses critérios só foi possível identificar um critério (aplicado a praças) ligado à segurança.

## **3.7 ATRIBUIÇÕES DOS ÓRGÃOS COM RESPONSABILIDADES PERTINENTES À SEGURANÇA EM SUBMARINOS**

O Processo de Planejamento Militar empregado na Marinha do Brasil padroniza que a missão de uma organização é expressa em termos de seus propósitos e

---

<sup>2</sup> Praças é o coletivo relativo aos Suboficiais, Sargentos, Cabos e Marinheiros.

suas tarefas (EMA, 2006). Portanto as atribuições de uma organização da Marinha do Brasil podem ser identificadas pela análise de sua missão.

O Decreto nº5.417, de 13 de abril de 2005 (BRASIL, 2005) define a estrutura regimental da Marinha do Brasil e as competências dos órgãos de sua alta administração. De modo simplificado a Marinha conta com um Comando, um órgão de direção geral (ODG), órgãos de direção setorial (ODS), e outros órgãos de assessoramento e apoio.

O Comando da Marinha tem atribuições que incluem executar o aprestamento das Forças Navais (BRASIL, 2005).

Órgão de Direção Geral (ODG) da Marinha do Brasil é o Estado Maior da Armada. Suas atribuições incluem: assessorar o Comandante da Marinha na direção do Comando da Marinha; formular a doutrina, a política e o planejamento estratégico da Marinha; e coordenar e controlar as atividades ODS (EMA, 2016).

Os ODS são responsáveis pelos diversos setores da Marinha do Brasil. A seguir são apresentados os setores e respectivos órgãos da Marinha percebidos como pertinentes ao sistema sociotécnico de segurança em submarinos.

#### Setor do Material:

##### ➤ Diretoria-Geral do Material da Marinha – DGMM.

A DGMM é o ODS responsável pelo setor do Material (BRASIL, 2005), e tem como propósito “Contribuir para o preparo e aplicação do Poder Naval, no tocante às atividades relacionadas com a material e a tecnologia da informação da Marinha”, (EMA, 2015). Suas tarefas incluem diversos aspectos de gerenciamento de alto nível, na área do material (EMA, 2015).

Para cumprir suas atribuições pertinentes à segurança em submarinos o DGMM conta vários componentes de sua estrutura orgânica (EMA, 2015), dentre os quais os seguintes são diretamente responsáveis por atividades relacionadas a submarinos:

- Coordenador do Programa de Reparelhamento da Marinha – C-PRM;
- Coordenador Especial de Submarinos – C-Sub; e
- Coordenador-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear – COGESN.

O C-PRM tem sob sua responsabilidade o Programa Nuclear da Marinha, responsável pelo desenvolvimento da planta de propulsão nuclear para o submarino brasileiro com propulsão nuclear (EMA, 2015).

O C-Sub tem atribuições relacionadas com a segurança em submarinos (EMA, 2015), inclusive a de supervisionar as atividades das Diretorias Especializadas (DE) em atividades técnicas ligadas à manutenção e modernização desses meios navais.

O COGESN tem atribuições (EMA, 2015) diretamente relacionadas à obtenção do submarino brasileiro com propulsão nuclear e as estruturas de apoio necessárias à sua obtenção e apoio.

➤ Diretoria de Engenharia Naval – DEN.

A DEN é uma diretoria especializada (DE) diretamente subordinada à DGMM que tem as seguintes atribuições pertinentes à segurança em submarinos (DGMM, 2013):

- Elaborar normas, procedimentos, especificações e instruções básicas da sua área de atuação;
- Orientar, coordenar e controlar as atividades associadas ao projeto, obtenção, produção, conversão, modernização, alteração e nacionalização de meios navais, e emitir pareceres técnicos pertinentes a essas atividades;
- Avaliar o desempenho dos sistemas e equipamentos de sua área de atribuição e materiais sob sua jurisdição;
- Realizar vistorias e avaliações técnicas nos meios da Marinha do Brasil com a emissão dos respectivos pareceres;
- Planejar e coordenar atividades de estruturação da manutenção, atividades gerenciais técnicas de abastecimento e de formação e aperfeiçoamento especializado de pessoal técnico;
- Assessorar e orientar tecnicamente as OMPS industriais (OMPS-I) no que concerne a processos industriais;
- Coordenar e executar as atividades relacionadas à qualificação técnicas de empresas e homologação de produtos;
- Supervisionar e execução do Sistema de Manutenção Planejada (SMP) dos meios navais; e
- Planejar, controlar e executar os programas de cursos na sua área de conhecimento.

A estrutura orgânica da DEN conta com um Superintendência Técnica que é responsável pela realização das tarefas listadas acima (DGMM, 2013).

➤ Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro – AMRJ.

O AMRJ é uma Organização Militar Prestadora de Serviços Industriais (OMPS-I) diretamente subordinada à DGMM, cujas atribuições incluem (DGMM, 2014):

- Administrar e executar a manutenção dos sistemas de propulsão naval, geração de energia, estrutura naval e controle de avarias de submarinos;
- Absorver, consolidar, criar e desenvolver tecnologias aplicáveis à manutenção e construção de submarinos e dos sistemas neles existentes;
- Realizar atividades de controle da produção, controle da qualidade, coordenação de serviços de manutenção, gerenciamento e técnicas de abastecimento, e formação especializada e aperfeiçoamento de pessoal técnico;
- Auxiliar e subsidiar as DE e outras OM na elaboração de normas, procedimentos, especificações e instruções técnicas para atividades de engenharia naval, concernentes aos sistemas: de propulsão naval, geração de energia, estrutura naval, e controle de avarias de submarinos; e
- Coordenar e gerenciar atividades de CT&I, na busca de novos conhecimentos e soluções de engenharia que possam ser empregados para a melhoria contínua dos seus processos industriais e de apoio aplicáveis na manutenção, reparo e construção de submarinos.

➤ Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo – CTMSP.

O CTMSP é um centro de tecnologia que também funciona como uma organização militar prestadora de serviços industriais (OMPS-I), e como instituição de ciência e tecnologia (ICT), sendo diretamente subordinada à DGMM. Suas atribuições são (DGMM, 2011b):

- Conduzir estudos, projeto, desenvolvimento, construção e avaliação de sistemas, instalações, equipamentos e componentes nas áreas de propulsão e geração de energia de interesse da Marinha;
- Promover, estimular e coordenar projetos e pesquisas nas áreas de propulsão e geração de energia de interesse da Marinha em institutos e outras entidades, privadas ou governamentais; e

- Preservar e manter atualizada a capacitação necessária para a execução das tarefas anteriores.

#### Setor Operativo:

O ODS do Setor Operativo é o Comando de Operações Navais – ComOpNav (BRASIL, 2005). Suas atribuições pertinentes a submarinos são (EMA, 2008):

- Orientar, coordenar e controlar as atividades de organização, gestão do pessoal, justiça, disciplina, legislação e diretrizes do planejamento naval, no âmbito do setor operativo;
- Planejar, comandar e controlar as operações militares;
- Supervisionar a prontificação, o adestramento e o emprego das forças navais; e
- Coordenar e controlar as atividades logísticas e de mobilização, para prontificação, adestramento e emprego de suas forças;

#### ➤ Comando-Em-Chefe da Esquadra – ComEmCh.

O Comando-Em-Chefe da Esquadra é o principal comando operativo da Marinha do Brasil. Ele é diretamente subordinado ao ComOpNav e tem sob sua subordinação as principais unidades operativas da Marinha do Brasil, inclusive os submarinos. Suas atribuições são (COMEMCH, 2015):

- Manter as forças subordinadas no mais elevado grau de aprestamento para as operações navais de guerra;
- Supervisionar as atividades administrativas relativas às OM subordinadas;
- Submeter aos escalões superiores, as normas relativas ao emprego, organização e manutenção das Forças e Estabelecimentos subordinados; e
- Supervisionar, no âmbito da Esquadra, o emprego dos recursos necessários ao aprestamento das forças e órgãos subordinados.

#### ➤ Comando da Força de Submarinos – ComForS.

O ComForS é o comando operativo responsável pelos submarinos da Marinha do Brasil. Ele é diretamente subordinado ao ComEmCh, e suas atribuições incluem (COMFORS, 2015):

- Garantir o aprestamento dos submarinos;

- Assessorar no estabelecimento da doutrina de emprego e estabelecer a doutrina de condução de meios subordinados;
- Supervisionar, militar e administrativamente, as OM subordinadas; e
- Exercer as funções de diretoria técnica de submarinos.

➤ Base Almirante Castro e Silva – BACS.

A BACS é a base da Força de Submarinos da Marinha do Brasil. Diretamente subordinada ao ComForS, suas atribuições incluem (BACS, 2015): prover serviços de manutenção e reparos de 2º escalão, a fim de contribuir para o aprestamento dos submarinos.

➤ Centro e Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché – CIAMA.

O CIAMA é responsável pelo treinamento, formação e capacitação de submarinistas. Diretamente subordinado ao ComForS, o seu propósito é “capacitar pessoal para o exercício de cargos e funções operativas e técnicas relacionadas com as atividades de submarino, de mergulho e de operações especiais” (CIAMA, 2015).

Demais setores da Marinha:

Os aspectos pertinentes aos demais setores da Marinha, em especial do de pessoal, de finanças, e administração, são importantes para a segurança em submarinos. Optou-se, no entanto, por não abordar esses aspectos em favor da concisão e simplicidade.

## 3.8 SUBMARINOS

### 3.8.1 Controle da profundidade

Do que informa GABLER (1991) a respeito do controle da flutuabilidade de submarinos ele pode, de forma muito simplificada, ser considerado como constituído de um casco resistente, tanques de lastro, sistema de ar comprimido e sistema de suspiros.

O casco resistente é projetado para ser estanque à pressão na profundidade máxima em que ele deve operar. O sistema de ar comprimido tem diversos empregos, mas, no que tange ao controle da flutuabilidade, ele é utilizado para expulsar a água do mar do interior dos tanques de lastro. A pressão do ar comprimido deve, portanto, ser maior que a pressão hidrostática na profundidade em que o submarino está.

Ao variar o volume de água no interior dos seus tanques de lastro o submarino altera o seu deslocamento. O submarino não submerge por adquirir uma flutuabilidade negativa. Ao alagar seus tanques de lastro o submarino busca obter flutuabilidade neutra.

O controle da profundidade é feito por intermédio das forças de sustentação geradas pelos lemes horizontais e formato hidrodinâmico do casco. Ou seja, quando submerso, o submarino “voa” debaixo d’água. Para compensar a variação da densidade da água com a profundidade e diferenças de salinidade, o submarino possui tanques de compensação que possibilitam ajustes da flutuabilidade.

Em caso de emergência os tanques de lastro podem ser esgotados por intermédio de ar comprimido, fazendo com que o submarino adquira flutuabilidade positiva, o que o traz para a superfície.

Em virtude da pequena reserva de flutuabilidade de um submarino, há pouca margem para resistir a um alagamento. Se a quantidade de água de um alagamento for superior à sua reserva de flutuabilidade, e seu deslocamento se tornar menor que o seu peso, ele afundará. Com o aumento da profundidade a pressão hidrostática aumenta. De um modo aproximado, cada dez metros de profundidade correspondem a uma atmosfera de pressão hidrostática. Portanto, a cem metros de profundidade a pressão hidrostática é de dez atmosferas, e a trezentos metros a pressão hidrostática é de trinta atmosferas. O efeito da pressão sobre alagamentos é que a entrada de água se torna mais rápida e violenta, pois o interior do submarino é mantido à pressão atmosférica.

### **3.8.2 Limites operacionais de segurança**

Próximo à superfície o submarino corre o risco de colidir com navios na superfície. A velocidades elevadas ele corre o risco de emersão repentina, pois as forças hidrodinâmicas geradas sobre os hidroplanos são maiores.

Com o aumento da profundidade a eficiência do sistema de ar comprimido utilizado para esgotar os tanques de lastro diminui. Isso decorre da menor diferença entre a pressão hidrostática e a pressão do ar comprimido. A velocidade com que o ar comprimido é capaz de esgotar o tanque é menor e, numa situação de emergência, pode ser lenta demais para evitar que o submarino mergulhe além da resistência de sua estrutura. Por esse motivo a área de operação segura tem limitações de profundidade quando o submarino está parado ou a baixas velocidades. À semelhança do que ocorre próximo à superfície, a velocidades elevadas as forças hidrodinâmicas sobre os hidroplanos é maior e um movimento incorreto ou uma falha dos hidroplanos pode causar um mergulho repentino para profundidades além daquelas para qual o submarino foi projetado.

### 3.9 SEGURANÇA

Há pessoas que percebem uma situação de conflito entre a segurança e a operação, mas tal percepção é equivocada, como bem demonstrou o *Chief Executive Officer* da Alcoa, Paul O’Neill, ao selecionar a segurança como foco da estratégia de negócios da empresa (DUHIGG, 2012). O mesmo pode ser observado no memorando do Secretário de Defesa do EUA de 2003, estabelecendo a tarefa de aumentar a segurança das operações, com uma meta de redução em 50% em acidentes e incidentes no prazo de um ano, com o propósito explícito de aumentar a prontidão operacional (DoD, 2014). O Prof. James REASON (1997) abordou esse aspecto, que pode ser compreendido observando-se a Figura 6.

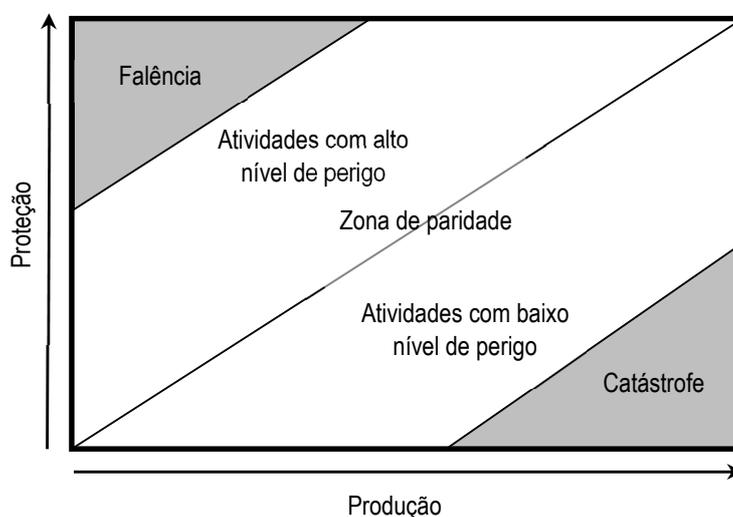


Figura 6 – Generalização da relação entre a proteção (segurança) e a produção (ou operação)  
Fonte: REASON (1997).

Se a prioridade na proteção contra perigos for levada ao extremo os custos poderão se tornar proibitivos, levando a organização à falência. No extremo oposto, se a prioridade for totalmente voltada à produção as consequências serão catastróficas com acidentes constantes. Organizações onde são realizadas atividades com baixo nível de perigo poderão priorizar a produção sobre a proteção. Já as organizações que lidam com atividades com altos níveis de perigo, a prioridade deverá ser a proteção. A diagonal principal do gráfico da Figura 6 representa uma região onde há o equilíbrio entre a proteção e a produção.

#### 3.9.1 Evolução do conceito de segurança

COOPER (2001; 2002a; 2002b; 2009), HOLNAGEL (2012, 2014) e PONTE JÚNIOR (2014) apresentam como a abordagem da segurança evoluiu, desde uma abordagem mecanicista (PONTE JÚNIOR, 2014), onde o foco estava na “propensão ao

erro” (COOPER, 2009), até o conceito da Segurança II com ênfase na resiliência dos sistemas (HOLNAGEL, 2014).

PONTE JÚNIOR (2014) apresenta cinco paradigmas organizacionais e explana as respectivas consequências para a segurança. O primeiro paradigma é o mecanicista, da década de 70. O foco era a tecnologia e a abordagem cartesiana newtoniana. A decomposição do todo nas suas partes componentes e a interação entre as partes componentes permitiria a compreensão do funcionamento do todo. Para se obter segurança o foco estava na qualidade dos equipamentos e em procedimentos que visavam evitar o erro humano. No acidente de *Three Mile Island* (TMI), segundo esse autor, o paradigma mecanicista falhou, mesmo com os mecanismos de proteção e barreiras sucessivas (PONTE JÚNIOR, 2014).

A seguir esse autor apresenta o paradigma orgânico, da década de 80. Nele o desempenho humano foi valorizado e se buscou o comprometimento e mensurar sua capacidade de seguir procedimentos sem erros. Ao invés de um mero, e pouco confiável, componente de um sistema tecnológico, o ser humano passou a ser visto como elemento que deveria interagir com a tecnologia para, juntos definir o êxito da organização. Segundo PONTE JÚNIOR (2014), o paradigma orgânico não era suficiente para evitar acidentes da magnitude do que ocorreu em Chernobyl, pois possuía a limitação pertinente à influência da gestão sobre as operações (PONTE JÚNIOR 2014).

O paradigma seguinte abordado por PONTE JÚNIOR (2014) foi o holístico, da década de 90. Como indica o seu nome, o foco deste paradigma está em se buscar a visão do todo. Nele há o contraponto da abordagem cartesiano-newtoniana de se buscar nos componentes o entendimento do todo. A ênfase é nos objetivos globais. O paradigma holístico, segundo PONTE JÚNIOR (2014) valoriza o ser humano e sua capacidade de inovar, aprender, a sua flexibilidade. A gestão visa buscar o comprometimento dos integrantes das organizações com os resultados, inclusive os de segurança.

O próximo paradigma que PONTE JÚNIOR (2014) apresenta é o da globalização, da década de 2000. Marcado pela conectividade instantânea e global, ele sofre forte influência do ataque às torres gêmeas de 11 de setembro de 2001. A tecnologia passa a ser vista como instrumento, mas também como arma. A gerência de risco é obrigada a incorporar análises onde a tecnologia pode ser usada não para prevenir acidentes, mas para causar danos.

Finalmente PONTE JÚNIOR (2014) aponta que a tendência para os próximos anos é a de uma abordagem multidisciplinar que inclua não só abordagens tecnológicas e de engenharia, mas também especialidades que envolvem subjetividade.

Tradicionalmente a segurança foi buscada por intermédio de legislação, soluções de engenharia, campanhas de conscientização e treinamento em segurança. Mas os acidentes de Bhopal, Chernobyl, o incêndio da estação de *King's Cross* do metrô de Londres, o incêndio e explosão na plataforma Piper Alpha, e o acidente ferroviário de *Clapham Junction* apontaram a necessidade de uma abordagem com foco na cultura de segurança que ia além da abordagem até então usual (COOPER, 2001).

Segundo COOPER (2001), o primeiro modelo de causalidade de acidentes teve origem na observação de acidentes em fábricas de munições em 1919. O modelo partia da premissa de que há indivíduos mais propensos a acidentes. A segurança seria fruto de se escolher o trabalhador certo para cada tarefa, reeducando ou dispensando aqueles que apresentassem maior propensão a acidentes. A responsabilidade pelos acidentes era atribuída aos trabalhadores. Aspectos laborais, ambientais, de gerenciamento ou organizacionais não eram considerados (COOPER, 2001).

Um modelo mais recente apresentado por COOPER (2001) é o do patógeno de Reason. Nascida, segundo COOPER (2001), da análise do acidente de Chernobyl, em 1987, esse modelo de causalidade de acidentes procura identificar a dinâmica de como os fatores interagem para levar à condição acidental.

O modelo do patógeno de Reason aborda acidentes organizacionais que ocorrem em sistemas de diferentes tecnologias, mas que compartilham três características (REASON, 2013):

- Fatores de condições latentes que representam os patógenos intrínsecos a qualquer sistema de alta tecnologia;
- Defesas, barreiras e salvaguardas que visam evitar que as pessoas ou ativos entrem em contato com os perigos conhecidos do sistema; e
- Os acidentes ocorrem quando combinações imprevistas das condições latentes e ações humanas inseguras desencadeiam cadeias acidentais que superam as defesas do sistema.

O modelo de Reason, segundo COOPER (2001), parte da premissa de que qualquer sistema produtivo incorpora cinco elementos básicos:

- Um processo decisório de alto nível;
- Coordenação de atividades operacionais pela gerência de linha e supervisores;
- Precondições tecnológicas, de força de trabalho, e recursos;
- Atividades produtivas onde atuam de forma síncrona pessoas, materiais e tecnologia;
- Defesas, a fim de minimizar as consequências de situações potencialmente perigosas.

A cada um desses cinco elementos estão associadas falhas latentes ou ativas. O patógeno origina na alta direção e contamina os escalões subalternos, se propagando pelas linhas de gerenciamento operacional.

A abordagem para a prevenção de acidentes da segurança comportamental – *behavioral safety* – proposta por COOPER (2001, 2009e) está fundamentada no modelo de causalidade de acidentes de Reason.

James Reason, ao discutir os motivos por trás de violações de procedimentos, aponta que as pessoas avaliam a relação custo benefício pertinente à violação de um procedimento. Quando o resultado dessa avaliação indicar que os benefícios da violação superam seus benefícios, ela quase certamente ocorrerá, independente dos valores culturais externados (REASON, 2013).

A forma de lidar com essa situação, segundo REASON (2013), não é tornar a não conformidade mais custosa, mas aumentar os benefícios da conformidade. Isso é feito buscando procedimentos que possam ser seguidos para realizar a tarefa, que estejam disponíveis para quem vai segui-los, e que estejam corretos. Os procedimentos devem prescrever a forma segura e eficiente de realizar a tarefa. Procedimentos com pouca aderência a tarefa a ser realizada fazem com que se perca a confiança na gerência. Esta perda de confiança aumentará a percepção dos benefícios em se violar os procedimentos (REASON, 2013). Outro aspecto é que, em alguns casos, só é possível realizar o trabalho violando os procedimentos prescritos (LEPLAT; HOC, 1983; HOLLNAGEL, 2009; REASON, 2013; AGULHON *et al.*, 2014). O que REASON (2013) expõe remete à

percepção de AGULHON *et al.* (2014) apresentada anteriormente, segundo a qual a injunção é o metaconceito da segurança.

Até agora foram apresentadas abordagens que HOLLNAGEL (2014) denominou como sendo Segurança I – *Safety I*. Essas abordagens segundo o autor dinamizam, decorrem da percepção da segurança como sendo a condição em que não há acidentes. Segundo WEICK (1987) a segurança seria um não-evento dinâmico. Ou seja, as coisas estão acontecendo como deveriam, e não estão ocorrendo fatos, comportamentos ou resultados indesejáveis. Outra forma de encarar a segurança é considerá-la como se estar livre de riscos inaceitáveis (HOLLNAGEL, 2014). Em ambos os casos a segurança se caracteriza pela ausência, seja de fatos, comportamentos, resultados, condições indesejáveis, acidentes ou riscos inaceitáveis.

Segundo HOLLNAGEL (2014) a Segurança I está fundamentada em premissas que não são mais válidas para sistemas sociotécnicos como os existentes na atualidade. O motivo da perda da validade das premissas que fundamentam a Segurança I é o grau de complexidade dos sistemas que lhes conferiu a característica de serem intratáveis.

No campo da segurança, HOLLNAGEL (2014) aponta as características de sistemas tratáveis e intratáveis apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Características de sistemas tratáveis e intratáveis

	Sistema tratável	Sistema intratável
Quantidade de detalhes	Descrições são simples com poucos detalhes	Descrições elaboradas e com muitos detalhes
Compreensibilidade	Princípios de funcionamento são conhecidos	Princípios de funcionamento são parcialmente conhecidos
Estabilidade	Sistema não muda enquanto está sendo descrito	Sistema muda antes que se possa terminar de descrevê-lo
Relacionamento a outros sistemas	Independência	Interdependência
Controlabilidade	Fácil de controlar	Difícil de controlar
Metáfora	Relógio	Trabalho em equipe

Fonte: Adaptado de HOLLNAGEL (2014).

Os sistemas atuais evoluíram para a situação de se tornarem intratáveis, segundo HOLLNAGEL (2014) como resultado de um ciclo de demanda de desempenho. A demanda por mais desempenho aumenta a complexidade das tarefas impostas aos operadores ou usuários. Tendo em vista que a capacidade humana é constante e limitada, um grau maior de automação torna-se necessário. A fim de possibilitar o maior grau de automação, empregam-se tecnologias mais poderosas. Tais tecnologias acabam possibilitando a incorporação de novas funcionalidades que, por sua vez, permitem um maior desempenho, reiniciando o ciclo.

As premissas da Segurança I, que HOLLNAGEL (2014) apresenta como mitos, são:

- A crença na causalidade;
- Taxas relativas características de resultados adversos;
- A solução dos 90% de erro humano; e
- Causa raiz.

Na abordagem tradicional, para se determinar a natureza da segurança são empregadas, segundo HOLLNAGEL (2014) três pressupostos:

- Sistemas são passíveis de decomposição em partes componentes significativas que se relacionam entre si;
- Bimodalidade. As partes componentes de um sistema podem estar em dois modos: funcionando ou falho;
- Previsibilidade. Segue a suposição de que a sequência de eventos que compõe o trabalho ou função realizada por um determinado sistema seguem uma ordem predeterminada e fixa.

HOLLNAGEL (2014) analisa a Segurança I e demonstra como ela não é mais válida ou aplicável aos sistemas hodiernos, por conta de sua complexidade, e aponta a necessidade de uma mudança de paradigma para a segurança. Nesse novo paradigma, denominado Segurança II (HOLLNAGEL, 2014), os aspectos a seguir devem ser levados em conta:

- Sistemas são sujeitos a falhas, e as pessoas precisam ser capazes de identificar e reagir a tais falhas;
- Pessoas são capazes de perceber a necessidade de ajustar seu desempenho às condições vigentes, a fim de atingir propósitos definidos;
- Pessoas são capazes de interpretar procedimentos e aplicá-los em conforme necessário, mesmo em condições distintas entre si; e
- Pessoas são capazes de intervir preventivamente ou proativamente para evitar erros, problemas ou que uma situação desfavorável deteriore.

Dessa forma, segundo HOLLNAGEL (2014), se estará considerando o trabalho como feito, a atividade, e não o trabalho como imaginado, a tarefa. Segundo esse autor os aspectos supramencionados consideram a confiabilidade dos sistemas, mas também o fato de que as pessoas são flexíveis e capazes de se adaptar a condições nem sempre

idênticas às previstas no projeto dos sistemas. Da capacidade de adaptabilidade das pessoas decorre a variabilidade da forma com que as tarefas são traduzidas em atividades. A Segurança II reconhece e busca aproveitar a capacidade humana de se adaptar às condições vigentes que levam a diferenças entre a tarefa e atividades, como apontado por LEPLAT e HOC (1983). Ao invés de eliminar as diferenças entre a tarefa e a atividade a Segurança II busca gerenciá-la e empregá-la como fator de obtenção de resultados desejáveis.

HOLLNAGEL (2014) aponta que a variabilidade do desempenho humano não deve ser considerada necessariamente algo negativo, como violações da tarefa preconizada, mas como algo necessário para garantir o bom funcionamento do sistema em condições variáveis e dinâmicas.

A Segurança II considera eventos que não são resultantes de uma sequência de causalidade, mas são emergentes. Um evento emergente é aquele que não pode ser explicado seguindo os princípios da causalidade linear (HOLLNAGEL, 2014). Eventos emergentes são observados em sistemas intratáveis, ou parcialmente intratáveis, cujos componentes se relacionam de forma não-linear, ou não são passíveis de decomposição em componentes mais simples e caracterizados por relações lineares. A ocorrência de eventos emergentes é explicada na Segurança II pelo fenômeno da ressonância funcional (HOLLNAGEL, 2012, 2014) onde ajustes aproximados, representados pela variabilidade no desempenho, se combinam e acabam por gerar efeitos emergentes e desproporcionais à magnitude dos ajustes aproximados.

Os ajustes aproximados que implicam na variabilidade do desempenho são propositais e fundamentados em um conjunto limitado de atalhos e heurísticas (HOLLNAGEL, 2014), havendo um certo grau de regularidade em como as pessoas reagem a situações inesperadas. A variabilidade, portanto, não é puramente reativa, mas também proativa, pois os ajustes são feitos em antecipação ao que os demais integrantes da organização, ou sistema, farão, como indivíduos ou coletivamente (HOLLNAGEL, 2014). Tal fato implica que as ações dos diferentes integrantes estão acopladas e possuem um determinado grau de interdependência.

Na abordagem da Segurança II, a segurança é definida como a condição onde as coisas dão certo. Ou seja, há segurança quando tudo dá certo e os eventos que ocorrem são os corretos, previstos, desejados ou benéficos. A Segurança II também pode ser

definida, segundo HOLLNAGEL (2014), como a capacidade de ser bem-sucedido, tanto em condições esperadas, como em condições inesperadas, de modo que o número de eventos aceitáveis ou pretendidos seja tão alto quanto possível. Enquanto que na Segurança I havia o princípio ALARP – *as low as REASONably practicable*, na Segurança II seu análogo é o princípio AHARA – *as high as REASONably practicable* (HOLLNAGEL, 2014).

O propósito da Segurança I é o de evitar eventos indesejáveis, já o da Segurança II é de garantir eventos desejáveis, ou ainda, ao invés de evitar que as coisas deem errado, é garantir que as coisas deem certo. Mas a Segurança II considera que as coisas dão certo graças à capacidade das pessoas de ajustarem seu trabalho de forma adequada às condições do trabalho. As pessoas aprendem a detectar e superar falhas de projeto e problemas funcionais, e ajustar seu desempenho de maneira apropriada, e interpretam e aplicam os procedimentos de modo a se conformar às condições. As pessoas também são capazes de perceber quando algo está errado, ou está prestes a dar errado, podendo intervir antes que a situação deteriore. Variabilidade não é, portanto, negativa, como quando ela é percebida como não-conformidade à norma prevista, mas positiva no sentido que ela é o fundamento para a segurança e produtividade. Na Tabela 5 é apresentada a comparação entre a Segurança I e a Segurança II.

Tabela 5 – Comparação entre Segurança I e Segurança II

	Segurança I	Segurança II
Definição do que é segurança	Quando ocorre o mínimo possível de coisas erradas.	Quando ocorre o máximo possível de coisas certas.
Princípio do gerenciamento da segurança	Reativo, responde quando algo dá errado, ou há um risco considerado inaceitável.	Proativo, continuamente busca se antecipar aos desenvolvimentos ou eventos.
Como se explicam os acidentes	Acidentes são resultantes de falhas. A investigação busca identificar causas e fatores contribuintes.	Falhas e acertos ocorrem da mesma forma. A investigação visa compreender como as coisas dão certo para entender por que deram errado.
Atitude para com o fator humano	Humanos são predominantemente vistos como fontes de perigo e falhas.	Humanos são um recurso necessário para que o sistema funcione e tenha resiliência.
Papel da variabilidade do desempenho	Prejudicial, deve ser prevenida na medida do possível.	Inevitável e útil. Deve ser monitorada e gerenciada.

Fonte: Adaptado de HOLLNAGEL (2014).

Ainda que, inicialmente, se possa perceber que a Segurança I e a Segurança II são concorrentes, HOLLNAGEL (2014) esclarece que as duas abordagens são complementares e devem ser consideradas em conjunto. Em análises com base na Segurança II as ferramentas de Segurança I são úteis inclusive para se determinar o

motivo pelo qual as coisas dão certo. A variabilidade então pode ser gerenciada e não restringida ou evitada.

HOLLNAGEL (2014) identifica os seguintes tipos de ajuste de desempenho:

- Ajustes para estabelecer, manter ou criar boas condições de trabalho;
- Ajustes para compensar por algo que está ausente ou faltando; e
- Ajustes para evitar problemas futuros.

A essência da Segurança II é identificar como as coisas dão certo e aprender como garantir que elas sempre deem certo. Assim, ao invés de focar em eventos segundo o critério da gravidade de suas consequências, é necessário se concentrar nos eventos segundo a frequência com que eles ocorrem, buscando maximizar as oportunidades de aprendizado.

HOLLNAGEL (2014) alerta que o foco da Segurança II no que pode dar certo não exclui a necessidade de se considerar o que pode dar errado e avaliar e permanecer sensível à possibilidade de falhas.

### 3.9.2 Princípio do compromisso entre a eficiência e a meticulosidade

HOLLNAGEL (2009) apresenta o princípio segundo o qual a eficiência (*efficiency*) e o rigor, a meticulosidade, ou a profundidade (*thoroughness*), devem ser equilibrados em uma solução de compromisso, onde a tentativa de maximizar uma obriga a redução da outra. Obter eficiência e meticulosidade, simultaneamente, não é possível.

Com o avanço da tecnologia e crescente complexidade dos sistemas, em especial os sistemas sociotécnicos, há cada vez menos tempo, e muita informação sobre o que deve ser feito. A consequência é a necessidade se chegar a uma solução de compromisso entre agir rapidamente, e expor a riscos desnecessários. Em outras palavras, é necessário buscar uma solução de compromisso entre a eficiência e a meticulosidade (HOLLNAGEL, 2009).

HOLLNAGEL (2009) salienta que seres humanos não recebem passivamente informação, mas a buscam ativamente. A busca ativa da informação é influenciada pelo conhecimento e expectativas, também denominadas *schemata*, que determinam o que se busca e como se interpreta o mundo ao redor.

Eficiência (*efficiency*), de acordo com HOLLNAGEL (2009) é o estado no qual o nível de investimento ou quantidade de recursos usados, ou necessários para se atingir uma determinada meta ou objetivo, é mantido tão baixo quanto possível. Meticulosidade (*Thoroughness*), por sua vez, é definida como a situação em que uma atividade só é realizada se um indivíduo ou organização estiver confiante que as condições necessárias ou suficientes existem para que o objetivo seja atingido e não criará efeitos colaterais indesejados (HOLLNAGEL, 2009).

HOLLNAGEL (2009) apresenta como o cerne do princípio do compromisso entre a eficiência e meticulosidade está no dilema entre esperar até que seja possível obter mais informações e verificar como os eventos se desenrolam, a fim de reduzir a incerteza; ou agir, presumindo que as alternativas são suficientemente claras ou conhecidas. O conflito entre o tempo para pensar e o tempo para agir implica em se buscar uma solução de compromisso entre ser eficiente e ser meticoloso.

A abordagem tradicional de segurança encara o afastamento do desempenho do que é preconizado como algo indesejável e que dá origem ao erro humano, desvio ou violação. Mas a realidade é que regularmente se executam ações que estão fora dos parâmetros formalmente estabelecidos sem que ocorram acidentes. O problema não é, por conseguinte, a variabilidade do desempenho propriamente dita, mas como ela é percebida e interpretada.

Se um sistema não for suficientemente especificado, há situações em que não será possível prover instruções detalhadas para as tarefas. Nesses casos serão necessários ajustes ou buscar soluções de compromisso, a fim de que a tarefa seja realizada. Portanto, o desempenho será variável. A consequência é que os desenlaces não serão determinísticos, mas probabilísticos (HOLLNAGEL, 2009). A subespecificação será aplicável à maioria das tarefas, seja pela subespecificação do sistema, seja porque outras atividades pertinentes, que representam as entradas, recursos ou instruções para atividades, são subespecificadas.

HOLLNAGEL (2009) aponta que a variabilidade de desempenho é característica de sistemas sociotécnicos, não existindo em sistemas mecânicos ou puramente técnicos. Ainda que uma máquina ou mecanismo tenha um controle adaptativo, esse controle terá que ter sido especificado e programado de antemão.

Nas organizações ou sistemas sociais, segundo HOLLNAGEL (2009), a variabilidade de desempenho, ainda que seja o resultado da variabilidade de desempenho dos indivíduos que os compõem, é tratado como um fenômeno em si. Isso pode ser porque é incorreto atribuir a responsabilidade da organização a um indivíduo. A variabilidade do desempenho de uma organização pode ser decorrente de condições e demandas externas e não de características dos indivíduos que a compõem.

A variabilidade do desempenho não conduz, necessariamente, ao erro e a desenlaces desfavoráveis. Por via de regra a variabilidade do desempenho se manifesta por intermédio dos ajustes aproximados. Ajustes esses que são condição *sine que non* para que a realização do trabalho ocorra e se chegue às metas previstas. A variabilidade do desempenho pode inserir uma deriva nas situações, mas, segundo HOLLNAGEL (2009), esta deriva é na direção do sucesso e conduz ao aprendizado pelas pessoas e estruturas sociais em como lidar com as incertezas.

Para sistemas tecnológicos era razoável considerar a segurança como a ausência de falhas, sendo que elas eram, em geral, atribuídas a defeitos ou mau funcionamento de componentes do sistema. As técnicas clássicas de análise de risco, como FMECA (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*), HAZOP (*Hazard and Operability Study*), árvores de eventos ou árvores de falhas, partem dessa premissa (HOLLNAGEL, 2009). A premissa, segundo esse autor, é razoável pois os componentes de sistemas técnicos têm estados bimodais: ou estão funcionais, ou falhos. Os componentes são projetados para atender requisitos de confiabilidade e, quando falham, devem ser substituídos. As abordagens iniciais da participação do elemento humano em sistemas tecnológicos procuraram estabelecer o ser humano como um componente que também teria parâmetros definidos em termos de confiabilidade. Para sistemas sociotécnicos, no entanto, a abordagem bimodal não é válida. O desempenho de tais sistemas é multimodal e variável. Portanto, não é razoável se explicar desenlaces desfavoráveis em termos de falhas. A alternativa que HOLLNAGEL (2009) oferece é que a variabilidade do desempenho é o motivo pelo qual as coisas na maior parte do tempo dão certo, assim como por que as coisas, às vezes, dão errado, pois ele flui da mesma fonte mental. Outra maneira de encarar esses fatos é afirmar que seres humanos, por via de regra, não erram. Essa afirmativa decorre da percepção de que nenhuma das regras de compromisso entre a efetividade e a meticulosidade são, de per si, erradas. Dependendo do contexto, essas regras são os critérios para a tomada racional de decisões. Por conseguinte, falar em erro

humano não é adequado. Ao invés de concentrar as atenções nas situações em que o desenlace é desfavorável ou indesejável, HOLLNAGEL (2009) propõe que se busque compreender o motivo pelo qual as coisas dão certo, que é o normal.

Ainda que necessária e útil, a variabilidade de desempenho pode, eventualmente, conduzir a desenlaces indesejados. Os ajustes são necessários nos níveis teleológicos, tático e operacional, mas em sistemas que possuam um elevado grau de acoplamento ações inadequadas podem ter consequências que se desenvolvem rapidamente de modo a proporcionar poucas oportunidades para ações corretivas.

HOLLNAGEL (2009) afirma que a diferença entre coisas que dão certo e coisas que dão errado é significativa, mas o desenlace indesejado (o que deu errado) nem sempre pode ser explicado na execução incorreta de uma única ação, mas na interação entre variações de desempenho. As ações em um sistema sociotecnológico ocorrem no interior de uma complexa rede de inter-relacionamentos e tarefas distribuídas. Um membro do sistema para ser metuculoso deve se assegurar que a saída do processo de seu antecessor (que é a entrada do seu processo) está correta e é adequada. Da mesma forma ele deve se assegurar que a saída do processo sob sua responsabilidade está correta e é adequada antes de entregá-la ao processo seguinte. Também faz parte de ser metuculoso analisar se a saída do processo sob sua responsabilidade terá consequências inesperadas ou efeitos colaterais em outros processos do sistema. A eficiência, por outro lado, recomenda que se confie que a saída recebida do processo anterior é correta e adequada. Da mesma forma, a eficiência implica em supor que o responsável pelo processo seguinte realizará as verificações necessárias, sendo, portanto, metuculoso.

Ao abandonar o conceito de erro humano e entender que pessoas e organizações não erram segundo a acepção clássica da palavra, é necessário mudar o foco de como a pessoa ou organização poderá falhar para como ela buscará soluções de compromisso entre a eficiência, ou efetividade, e a metuculosidade. As soluções de compromisso adotadas serão variações ou ajustes aproximados do desempenho que são necessários para que os objetivos e metas planejados sejam atingidos. Portanto, a variabilidade do desempenho não só é uma realidade, mas também uma necessidade. Por conseguinte, a pergunta pertinente é “Sob que condições é provável que os efeitos agregados ou combinados dos compromissos feitos entre a eficiência e metuculosidade podem resultar em desenlaces não-intencionais ou adversos?” (HOLLNAGEL, 2009). Ou seja, quando

os ajustes de desempenho mútuos e interdependentes realizados pelo indivíduos e organizações têm a possibilidade de levar a consequências indesejadas?

A resposta à questão, portanto, é a de se antecipar como as pessoas lançarão mão das regras de compromisso entre efetividade e meticulosidade, e em que condições elas o fazem. HOLLNAGEL (2009) aponta que essa análise deve considerar tanto os aspectos pertinentes aos responsáveis pelas atividades na extremidade executiva, ou operacional (*sharp end*), como os dos níveis de supervisão, gerencial e de direção (*blunt end*). Especialmente se for considerado que as atividades na *sharp end* são, em geral, mais tratáveis que as do *blunt end*. Assim, a variabilidade de desempenho no *blunt end* terá tanta importância quanto a no *sharp end* (HOLLNAGEL, 2009).

Além de entender e prever que regras de solução de compromisso as pessoas usam no seu dia-a-dia, é necessário se compreender como a variabilidade de desempenho do trabalho quotidiano pode ocasionalmente se combinar de forma a levar a desenlaces inesperados e desproporcionais aos ajustes de desempenho realizados individualmente.

Na abordagem clássica os eventos se combinavam de forma linear segundo regras claras e estáveis de relacionamento. Mas, para sistemas intratáveis esta abordagem não é adequada. Para tais sistemas, as seguintes premissas devem ser consideradas:

- Os sistemas não podem ser adequadamente descritos em termos de seus componentes ou estrutura;
- Nem funções individuais, ou o sistema como um todo podem ser descritos em termos de estados bimodais;
- Alguns desenlaces podem ser determinados pela probabilidade de falha de componentes, mas outros são determinados por interações entre a variabilidade do desempenho normal;
- Análises de risco devem procurar compreender a natureza da variabilidade do desempenho normal e utilizá-la para identificar as condições que podem conduzir a desenlaces favoráveis e desfavoráveis.

A forma proposta por HOLLNAGEL (2009) para lidar com as soluções de compromisso entre efetividade e meticulosidade adotadas por pessoas e organizações e a variabilidade de desempenho resultante é o emprego de métodos que tornem possível considerar falhas que são emergentes ao invés de serem resultados de relações de causa e

efeito. Um dos métodos que busca atender a esse critério é o Método de Análise da Ressonância Funcional (*Functional Resonance Analysis Method – FRAM*).

Na abordagem tradicional de se aprender com erros há um processo de aprendizado com um único circuito de realimentação (*single loop*). Usando a abordagem de se analisar as soluções de compromisso entre efetividade e meticulosidade e as motivações por trás das escolhas feitas, é possível não só corrigir o erro, mas alterar as condições de trabalho, políticas, normas e até aspectos da cultura organizacional que influenciaram a decisão. O aprendizado, por conseguinte, é realizado em um circuito duplo (*double loop*) que permite a melhoria da organização como um todo (HOLLNAGEL, 2009).

### 3.9.3 Segurança em submarinos com propulsão nuclear

Submarinos com propulsão nuclear, por empregarem reatores nucleares como fonte de potência, devem atender aos princípios básicos de proteção radiológica da justificação, limitação e otimização (GUIMARÃES, 1999).

O fato do SN-BR ser um navio impõe à sua planta de propulsão nuclear condições de funcionamento peculiares, diferentes daquelas de uma usina nucleoeletrica. Além de ser um navio, o SN-BR é um navio militar, e poderá estar sujeito a situações de combate onde será submetido a cargas extraordinárias decorrentes de ações do inimigo. Adicionalmente, por se tratar de um submarino, o SN-BR operará num ambiente hostil, caracterizado, entre outros aspectos, pela pressão hidrostática da profundidade em que estiver operando e hidrodinâmica resultante do seu movimento.

Por ser um navio militar o SN-BR deverá atender aos requisitos da Segurança Naval, que GUIMARÃES (1999) define como sendo composta pela Segurança Marítima e a Capacidade de Sobrevivência. A Capacidade de Sobrevivência por sua vez é composta de Suscetibilidade e da Vulnerabilidade (GUIMARÃES, 1999).

A Segurança Marítima (ou Segurança de Navegação) é comum a todos os navios, militares ou não, e, segundo informa GUIMARÃES (1999), é pertinente à:

- Proteção da tripulação do navio de eventos que possam causar morte ou ferimentos;
- Proteção de populações de eventos ocorridos no navio ou em instalações portuárias e que possam causar morte ou ferimentos; e

- Proteção do meio ambiente costeiro, oceânico e portuário de eventos no navio que possam lhes causar danos; e
- Proteção da propriedade de eventos no navio ou em instalações portuárias que possam lhe causar danos.

A fim de se atingir os objetivos da Segurança Marítima, são aplicados três princípios básicos:

- A minimização da possibilidade da ocorrência de acidentes com navios ou em instalações portuárias;
- A minimização das consequências de um acidente com navios ou em instalações portuárias, incluindo a possibilidade de perda do navio; e
- A maximização da probabilidade de sobrevivência, socorro e resgate da tripulação, no caso de um acidente que implique na perda no navio ou que obrigue a tripulação a abandoná-lo.

A Capacidade de Sobrevivência tem, segundo GUIMARÃES (1999) dois componentes complementares:

- A Suscetibilidade do navio ter frustrada a sua missão pela ação de uma antagonista; e
- A Vulnerabilidade do navio e sua tripulação às consequências dos efeitos de agressões, mas também de acidentes.

A Suscetibilidade e a Vulnerabilidade são avaliadas de forma probabilística. A primeira envolve as probabilidades de detecção do navio pelo inimigo, do inimigo ser capaz de empregar seu armamento contra o navio, da eficácia do armamento do inimigo sobre o navio, entre outras. A Vulnerabilidade, por sua vez, está relacionada às probabilidades de evolução dos possíveis cenários decorrentes de um evento causado pela ação do armamento do inimigo sobre o navio, por acidentes de origem interna ou externa. A Figura 7 apresenta os componentes da segurança naval, segundo GUIMARÃES (1999).

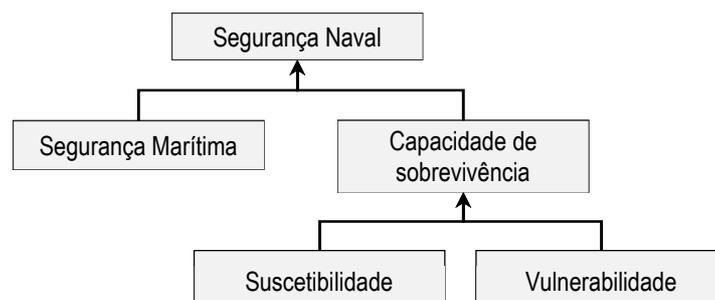


Figura 7 – Componentes da Segurança Naval  
Fonte: Adaptado de GUIMARÃES (1999).

Para atender os requisitos da Segurança Marítima (ou de Navegação) GUIMARÃES (1999) elenca as seguintes funções básicas:

- a) Disponibilidade de energia: necessária à propulsão e acionamento de outros sistemas vitais às demais funções;
- b) Navegabilidade: necessária para que se possa identificar e localizar perigos e o navio possa ser manobrado de modo a evitar acidentes como encalhes e colisões;
- c) Integridade estrutural: necessária para manter a flutuabilidade do navio;
- d) Estabilidade estática (longitudinal e transversal): necessária para que o navio não se movimente de forma perigosa (além dos limites de atitude do navio) vindo a, por exemplo: emborcar, causar ferimentos à tripulação ou danificar equipamentos;
- e) Manobrabilidade: necessária para que se controle o deslocamento do navio no meio líquido, dentro dos critérios de estabilidade dinâmica, mantendo-o afastado de perigos;
- f) Habitabilidade: necessária para que as condições ambientais no interior do meio sejam adequadas à sustentação da vida dos tripulantes e funcionamento dos equipamentos ou sistemas necessários ao cumprimento das demais funções;
- g) Socorro e Salvamento: necessária para que, em um caso extremo, a tripulação possa abandonar o navio e ser socorrida e salva.

Em um submarino a perda da integridade estrutural do conjunto de sistemas e componentes que compõe a fronteira entre a água do mar que o circunda, e está submetida à pressão correspondente à profundidade onde ele está operando, e o seu interior, onde é mantida uma pressão atmosférica próxima a 1 atm. (uma atmosfera), pode ser catastrófica. A perda da estanqueidade de um navio de superfície, ou de um submarino na superfície pode levar ao seu afundamento, mas a tripulação poderá abandoná-lo. Se um submarino exceder aquela profundidade correspondente a uma carga maior que o carregamento que ele pode suportar o resultado será a implosão do casco e a morte de todos seus tripulantes.

O conjunto de sistemas e componentes que compõe a fronteira entre a água do mar que circunda o submarino e o seu interior habitável é chamado de envelope estanque (GUMARÃES, 1999). A pressão da água do mar que circunda o submarino é primordialmente influenciada pela profundidade em que o submarino se encontra.

Além do carregamento da pressão hidrostática na profundidade em que o submarino está, outros carregamentos são considerados no projeto de um submarino

(GUIMARÃES, 1999) como: pressão originadas em explosões submarinas, colisões com outros objetos, quedas de objetos sobre o submarino, manobras de esgoto de tanques de lastro com ar comprimido de baixa ou alta pressão, e alagamentos internos do casco resistente.

O projeto de submarinos, à semelhança dos princípios empregados no projeto de usinas nucleares, emprega a defesa em profundidade, redundância, garantia da qualidade e uma base de projeto que considera um conjunto de acidentes postulados que representam cenários de acidentes de pior caso (GUIMARÃES, 1999).

A segurança de um submarino nuclear engloba, portanto, a Segurança Nuclear e a Segurança Naval, constituída pela Segurança Marítima, necessária a qualquer navio, e a Capacidade de Sobrevivência, característica de um meio militar. GUIMARÃES (1999) identifica quatro grandes sistemas pertinentes a submarinos com propulsão nuclear que interagem e devem contribuir para a segurança. São eles: a instalação nuclear, o navio, o apoio logístico e o ambiente.

A instalação nuclear é um reator nuclear de água pressurizada (*Pressurized Water Reactor – PWR*), o seu circuito primário, os sistemas auxiliares e de segurança do circuito primário e a blindagem radiológica.

O navio, chamado no projeto do SN-BR de plataforma, compreende:

- A instalação de máquinas;
- Os sistemas da plataforma; e
- A carga útil do submarino, incluindo sua tripulação e armamento.

O SN-BR, por ser um navio, militar, impõe à instalação nuclear que fornece potência para a sua propulsão condições particulares, muito distintas daquelas de uma instalação em terra. A segurança da instalação nuclear embarcada está intimamente ligada à segurança do navio, que depende da disponibilidade instalação nuclear para gerar potência para propulsão e produção de energia elétrica. A confiabilidade e segurança da instalação propulsora nuclear embarcada, diferente de uma instalação terrestre, não é o foco da segurança, mas constitui uma parte integrante e indissociável da segurança global do navio. Diferente de uma instalação nuclear de uma usina nucleoelétrica, a instalação nuclear embarcada deve ser capaz de (GUIMARÃES, 1999): acomodar variações bruscas de potência, sem falhar; e operar em modo degradado, em condições menos restritivas de segurança nuclear, caso do navio exigir.

O mesmo autor aponta ainda que, no caso de uma grave crise, conflito ou até mesmo um estado de beligerância os níveis dos riscos socialmente aceitos seriam outros, o que terá implicações diretas na segurança nuclear.

Uma instalação nuclear empregada na propulsão naval, comparada a uma instalação de uma central de geração nucleoe elétrica, tem como sua principal peculiaridade o fato de que ela não representa uma entidade em si mesma, mas é um componente vital, mas interdependente de um sistema maior complexo: o submarino. A central de geração nucleoe elétrica, ainda que esteja conectada às linhas de transmissão de energia elétrica, pode ser desligada no caso de eventos imprevistos ou comportamentos anormais (GUIMARÃES, 1999). No SN-BR o desligamento do reator pode agravar uma situação perigosa, contribuindo para evolução desfavorável de um cenário acidental.

#### 3.9.4 O acidente do submarino USS *Thresher*

A 2 de julho de 1956, quatro anos depois do comissionamento do primeiro submarino com propulsão nuclear, o *Nautilus*, o congresso norte-americano autorizou a construção do SSN 593 *Thresher*. Esse submarino representava a convergência da evolução tecnológica em propulsão nuclear, cascos de alto desempenho hidrodinâmico, metalurgia, eletrônica e armamento (DUNCAN, 1990). O *Thresher* era o primeiro navio a combinar o casco com formato de gota, testado no *Albacore*, que era convencional, com a propulsão nuclear e o emprego do aço HY-80, que possibilitava maiores profundidades de operação.

No dia 9 de abril de 1964, após um período de reparos, o *Thresher* suspendeu para testes de mar, com cento e vinte e nove pessoas a bordo (DUNCAN, 1990). Os testes seriam apoiados pelo Navio de Socorro de Submarinos<sup>3</sup> *Skylark*, que era baseado em outra base e se encontraria com o *Thresher* na área de teste. Os dois navios se encontraram ainda na parte da manhã daquele dia em uma região onde as profundidades não eram suficientes para os testes e depois navegaram independentemente até a área de teste (DUNCAN, 1990). Na manhã do dia 10 de abril de 1964 os dois navios se encontraram a cerca de 200 milhas da costa (370 quilômetros), onde, segundo relata DUNCAN (1990), a profundidade local era de dois mil quinhentos e sessenta metros (2560 m). A profundidade de teste do *Thresher* era de quatrocentos metros (400 m).

---

<sup>3</sup> Navios de socorro de submarinos são equipados com equipamentos específicos para socorrer submarinos que tenham sofrido acidentes que os impeçam de voltar à superfície.

Próximo às 09:13 h DUNCAN (1990) afirma que o pessoal no passadiço do *Skylark* ouviu uma mensagem do *Thresher* onde uma voz declarava, em um tom calmo que: - “Experimentando dificuldades menores. Estamos com um ângulo positivo para cima. Tentando dar ar ao lastro. ” A fraseologia empregada, aponta DUNCAN (1990), não era a padronizada, mas o tom calmo da mensagem era tranquilizador. A manobra de “dar ar ao lastro” indicava que o *Thresher* estava tentando adquirir flutuabilidade positiva para retornar à superfície.

O *Skylark* ainda recebeu mais uma ou duas mensagens do *Thresher*, mas DUNCAN (1990) informa que elas estavam tão distorcidas que não foi possível entendê-las. O *Skylark* enviou mais uma mensagem perguntando ao *Thresher* se estava tudo sob controle, como resposta, foi recebida apenas mais uma mensagem do submarino. Essa mensagem, porém, estava tão distorcida que apenas as palavras – “profundidade de teste” puderem ser entendidas. Segundo DUNCAN (1990), o comandante do *Skylark* afirma ter certeza de ter ouvido o ruído do *Thresher* dando ar ao lastro. Não houve novas mensagens do *Thresher*, que afundou e resultou na perda de todas as 129 vidas a bordo.

DUNCAN (1990) afirma que nas investigações que se seguiram à perda do *Thresher* o Chefe do *Bureau of Ships* declarou que durante o período em que o *Thresher* estava passando por reparos o orçamento para construção de navios dobrou, mas que ele recebeu determinação para reduzir o pessoal civil e os oficiais engenheiros dos estaleiros em 20%. O estaleiro de Portsmouth estava funcionando com significativamente menos oficiais engenheiros do que o autorizado. Isso implicava em muitas horas-extra, crescente fadiga e aumento na probabilidade de erros (DUNCAN, 1990).

Nas investigações sobre a perda do *Thresher*, segundo DUNCAN (1990), o Chefe do Pessoal Militar da Marinha norte-americana testemunhou que à época do acidente havia falta de pessoal com habilitação nuclear para os navios, pois se estava construindo navios mais rápido do que se conseguia formar o pessoal necessário para guarnecê-los. Essa falta, afirma DUNCAN (1990), era particularmente sentida entre oficiais habilitados para servirem como comandantes e imediatos de submarinos nucleares. Esse mesmo autor aponta que Rickover tinha um rigoroso processo de seleção de oficiais submarinistas, onde ele os entrevistava pessoalmente antes de permitir que se juntassem aos “seus” submarinistas nucleares (DUNCAN, 1990). O resultado era que nem todos os submarinistas eram selecionados para os submarinos nucleares. DUNCAN (1990) atesta que a reduzida quantidade de oficiais habilitados para submarinos nucleares, resultado do

rigor do processo seletivo de Rickover, trazia sérios problemas no gerenciamento desse pessoal.

Segundo a comissão de investigação constituída para examinar a perda do *Thresher*, informa DUNCAN (1990), os eventos a bordo do submarino no dia do seu afundamento tiveram, de forma resumida, a cronologia apresentada a seguir:

- 07:47 h – O navio inicia seu mergulho;
- 09:09 h a 09:11 h – O navio pode ter tentado dar ar ao lastro;
- 09:11 h – a planta de propulsão pode ter parado ou reduzido a velocidade;
- 09:13 h – o navio reportou estar experimentando problemas de pequena monta e que estava tentando dar ar ao lastro;
- 09:13 a 09:14 h – o navio pode ter tentado dar ar ao lastro novamente; e
- 09:18 h – foram detectados sons que o navegador do *Skylark* identificou como o *Thresher* sendo despedaçado (implodindo).

A conclusão da comissão, apresentada no livro de DUNCAN (1990), foi a de que o *Thresher* estava na profundidade de teste quando ocorreu um vazamento na praça de máquinas, possivelmente em uma junta brasada de uma rede de água salgada. Diante do alagamento o navio tentou dar ar ao lastro e comunicou ao *Skylark* que estava com dificuldades de pequena monta. O vazamento pode ter causado um curto-circuito nos equipamentos elétricos causando a parada do reator. Sem a propulsão principal, dispondo apenas de um pequeno motor elétrico que demorava para ser energizado, o *Thresher* não disponha de potência suficiente para retornar à superfície. Foi realizada mais uma tentativa para se esgotar os tanques de lastro de modo a dar flutuabilidade positiva ao submarino, mas, provavelmente, o submarino, mais pesado como resultado da água embarcada pelo vazamento, já havia excedido a profundidade de teste e continuava afundando.

DUNCAN (1990) informa que foi constatado que o estaleiro de *Portsmouth* havia modificado as válvulas de redução de ar comprimido do sistema de lastro e instalado retentores para reter eventuais partículas sólidas presentes no ar comprimido. Esses retentores não eram requeridos pelo *Bureau of Ships*, não constavam do projeto básico e sua instalação não fora submetida aquele órgão para aprovação. Segundo afirma DUNCAN (1990), verificou-se que sob certas situações a umidade normalmente presente

no ar comprimido congelava nos retentores e o gelo resultante impedia o fluxo do ar aos tanques de lastro. Concluiu-se, portanto, que o comandante do *Thresher* havia tentado esgotar os tanques de lastro do submarino dando ar ao lastro, mas as válvulas de ar congelaram, impedindo que o ar comprimido expulsasse a água do mar dos tanques de lastro, dando fluutuabilidade positiva ao navio (DUNCAN, 1990).

Em seu trabalho, relata DUNCAN (1990), a comissão de inquérito verificou que não havia requisitos do *Bureau of Ships* pertinentes à prevenção da formação de gelo nas válvulas de expansão do sistema de ar comprimido do lastro. Também não foram previstos componentes para remoção da umidade naturalmente presente no ar comprimido. Testes mostraram que os retentores nas válvulas de expansão, em média, foram bloqueados e sofreram ruptura em decorrência da formação de gelo após trinta segundos. DUNCAN (1990) afirma que durante os testes de choque o *Thresher* havia sofrido o mesmo problema, mas na ocasião ele não havia perdido a propulsão e pôde retornar à superfície sem problemas. Vários danos causados pelos testes de choque foram sendo descobertos durante os reparos em *Portsmouth* de julho de 1962 a abril de 1964. Alguns só foram descobertos próximo ao final do período de reparo.

DUNCAN (1990) afirma que o *Bureau of Ships* havia determinado ao estaleiro de *Portsmouth* manter uma equipe para realizar testes com emprego do ultrassom durante todo o período do reparo do *Thresher*, a fim de testar o maior número possível de juntas brasadas. Até novembro de 1962, segundo DUNCAN (1990), 145 juntas antigas haviam sido testadas com o ultrassom e 13,8% foram rejeitadas. Porém, depois de 1962 não houve mais testes de juntas brasadas com a técnica do ultrassom, segundo DUNCAN (1990), por uma decisão unilateral do estaleiro de *Portsmouth*. A decisão de cessar os testes, assim como os resultados até então encontrados, não foi comunicada ao *Bureau of Ships* (DUNCAN, 1990).

Nas suas conclusões a comissão de inquérito sobre o acidente mencionou que, mesmo demonstrado um alto grau de confiança nas juntas brasadas do *Thresher*, os trabalhadores e gerentes do estaleiro de *Portsmouth* nem sempre trabalhavam em conformidade com a documentação do processo e procedimentos pertinentes (DUNCAN, 1990).

DUNCAN (1990) informa que a comissão de inquérito constituída para analisar a perda do *Thresher* concluiu que o acidente foi devido a:

- Um alagamento na praça de máquinas, que provocou um curto-circuito no sistema elétrico, que, por sua vez, causou a parada do reator;
- Procedimentos operacionais não adequados para combater o efeito combinado do alagamento e perda da propulsão nuclear; e
- Um sistema de ar comprimido mal projetado, suscetível a congelamento nas válvulas de expansão que aumentaram as dificuldades do submarino em recuperar o controle da profundidade.

Como causa subjacente, a comissão de inquérito apontou a rápida mudança dos requisitos necessários para fazer frente ao rápido desenvolvimento técnico dos submarinos da década anterior (anos 50). Não era possível atribuir-se culpa, segundo a comissão de inquérito, a uma pessoa ou grupo de indivíduos (DUNCAN, 1990).

Em decorrência do acidente e das conclusões da comissão de inquérito, informa DUNCAN (1990), foram estabelecidos limites de profundidades e velocidades em que o submarino podia operar. Os treinamentos para lidar com alagamentos e outros eventos foram incrementados. Estabeleceu-se que os testes de mergulho deveriam ser realizados em locais com profundidades menores que a de colapso do casco. Além disso, todos os novos submarinos deveriam realizar, pelo menos, três mergulhos à profundidade de teste: um para verificar a integridade do sistema, o segundo para testar o sistema de esgoto dos tanques de lastro, e o terceiro para tornar a verificar os dois mais uma vez. Nessas ocasiões um navio de socorro de submarinos deveria estar presente, capaz de realizar fainas de resgate à profundidade do local do teste e equipado com um sistema de gravação para registrar todas as comunicações (DUNCAN, 1990).

Finalmente, em 3 de junho de 1963 o *Bureau of Ships*, informa DUNCAN (1990), estabeleceu um programa de segurança em submarinos denominado SUBSAFE, cujos detalhes serão apresentados a seguir.

### 3.9.5 O programa SUBSAFE

O programa *SUBSAFE*, segundo informa LEVESON (2011), foi projetado para prover a máxima garantia razoável da integridade do casco do submarino, assim como a operabilidade e integridade de sistemas críticos necessários para que o submarino possa controlar e se recuperar de um eventual alagamento decorrente da perda da integridade do seu casco. O programa não aborda a segurança dos sistemas de combate a incêndio, segurança do armamento, segurança do trabalho e segurança nuclear. O *SUBSAFE* é

limitado àquelas atividades relacionadas à garantia da capacidade do submarino de retornar à superfície e regressar à base com segurança. Os requisitos do *SUBSAFE* cobrem os aspectos do desenvolvimento e operações de submarinos ligados a: Administração; Organização; Técnica; Projeto único; Controle de material; Fabricação; Testes; Controle de trabalho; Auditorias; e Certificação. Estes requisitos são aplicados aos contratos de projeto, contratos de construção, contratos de manutenção, manuais de manutenção, especificação de obtenção de sobressalentes etc. Eles não são, no entanto, estáticos, mas dinâmicos, sendo periodicamente revisados e renovados como necessário (LEVESON, 2011).

Semestralmente são realizadas reuniões do Grupo de Trabalho de Segurança de Submarinos (*Submarine Safety Working Group*), que é composto por todos os diretores de todas as instalações *SUBSAFE* para debater questões do programa de interesse mútuo. Tais reuniões frequentemente resultam em mudanças e melhorias do programa, coerentemente com o princípio de melhoria contínua da segurança (LEVESON, 2011).

Os fundamentos do *SUBSAFE*, segundo LEVESON (2011), são um conjunto de princípios técnicos e culturais de gerenciamento de riscos. Esses princípios são os relacionados a seguir:

- Disciplina de trabalho: conhecimento e conformidade com os requisitos estabelecidos;
- Controle de material: o material correto, instalado de forma correta;
- Documentação:
  - Produtos de projeto (especificações, desenhos, padrões de manutenção, diagramas de sistemas, etc.); e
  - Evidências objetivas da qualidade<sup>4</sup> (*Objective Quality Evidence* – OQE).
- Verificação da conformidade: inspeções, acompanhamento, revisões técnicas e auditorias;
- Aprendizagem a partir das inspeções, auditorias e não-conformidades.

---

<sup>4</sup> As evidências objetivas da qualidade, ou *Objective Quality Evidence* – OQE, na norma NBR/ISO 9001:2008, são denominadas evidências tangíveis de qualidade.

Os fundamentos supracitados, juntamente com uma atitude questionadora, criam um desconforto crônico para com a segurança, que é considerado por LEVESON (2011) como o motivo do sucesso do *SUBSAFE*. Segundo essa autora é comum na comunidade *SUBSAFE* se usar a expressão “*Trust everybody, but check up*”. É norma no *SUBSAFE* comunicar uma questão significativa no âmbito do escopo do *SUBSAFE* ao Comando de Sistemas Navais (*Naval Sea Systems Command – NAVSEA*) em até vinte e quatro horas. A comunicação deve ser acompanhada de um relatório onde se descreve o evento, informações preliminares da causa raiz e ações corretivas imediatas que foram adotadas. O relatório serve, segundo LEVESON (2011), não só para prover informações que visam evitar a repetição do evento, mas também o comprometimento da alta gerência à segurança e ao programa *SUBSAFE*.

O *SUBSAFE* possui, além dos princípios listados anteriormente, os princípios culturais listados a seguir (LEVESON, 2011):

- Uma atitude questionadora;
- Autoavaliação crítica;
- Lições aprendidas e melhoria contínua;
- Treinamento contínuo;
- Separação de poderes com uma estrutura gerencial que provê um sistema de controles e equilíbrio que assegura a atenção à segurança.

LEVESON (2011) identifica como elementos aglutinadores que garantem a base sobre a qual o *SUBSAFE* se sustenta a seleção, treinamento e tutoria cultural dos indivíduos que executam os trabalhos do *SUBSAFE*. O comprometimento dos indivíduos ao *SUBSAFE* e a conformidade aos requisitos técnicos é demonstrado e atestado pela documentação de informações críticas, parâmetros e declarações com a assinatura pessoal certificando que o trabalho foi realizado de maneira apropriada. A responsabilidade não está atrelada à função ou cargo, mas ao indivíduo que o exerce.

A estrutura de gerenciamento do *SUBSAFE*, informa LEVESON (2011), divide a responsabilidade entre três entidades distintas e independentes, estabelecendo assim um sistema de controles e equilíbrios (*checks and balances*). A primeira entidade é consubstanciada pelos gerentes de programas das plataformas (navios) existentes ou em construção. Eles são responsáveis pelo custo, cronograma e qualidade dos navios sob seu

controle. Para garantir que a segurança não seja sacrificada em favor de pressões pertinentes a custo ou do cronograma, os gerentes de programa só podem escolher soluções de projeto de um conjunto de opções aprovado pela Autoridade Técnica Independente, que é a segunda entidade distinta e independente da estrutura do *SUBSAFE*. A terceira entidade independente é a Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade, que é responsável pela administração do sistema *SUBSAFE* e pela verificação da conformidade. A Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade é composta de engenheiro que têm autoridade para questionar e cobrar a conformidade com os requisitos do *SUBSAFE* (LEVESON, 2011). A Figura 8 apresenta a estrutura de divisão dos poderes no *SUBSAFE*.

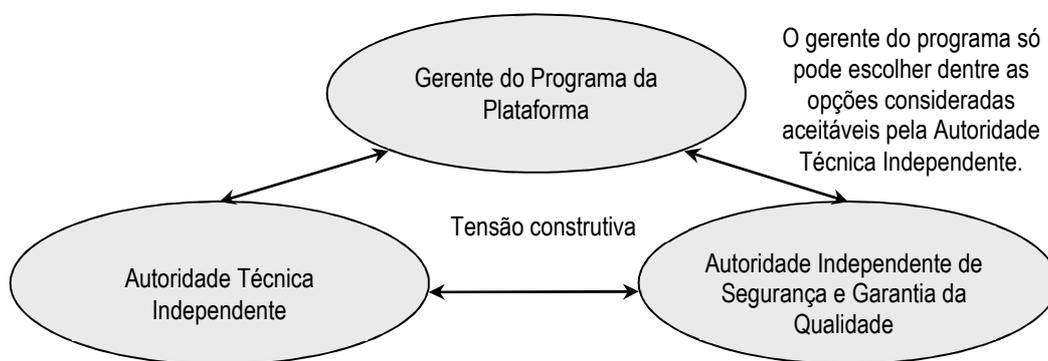


Figura 8 – Estrutura da divisão dos poderes no *SUBSAFE*  
Fonte: Adaptado de LEVESON (2011).

A Autoridade Técnica Independente, segundo LEVESON (2011), é responsável por estabelecer e assegurar a adesão aos padrões técnicos e políticas. De forma mais específica, a Autoridade Técnica Independente executa as atividades a seguir:

- Estabelecer e fazer cumprir os padrões técnicos;
- Manter a perícia nos aspectos técnicos;
- Assegurar operações seguras e confiáveis;
- Assegurar uma engenharia de sistemas eficiente e eficaz;
- Tomar decisões técnicas independentes e imparciais; e
- Preservar as capacidades técnicas e de engenharia.

Os integrantes da Autoridade Técnica Independente são responsáveis pelas atividades listadas anteriormente, e são pessoalmente imputáveis pelas decisões que tomarem e suas consequências.

A estrutura de gerenciamento do *SUBSAFE* funciona graças ao apoio da alta gerência. Quando há conflito entre requisitos de prazo ou custos com os requisitos *SUBSAFE*, estes prevalecem (LEVESON, 2011).

O perímetro da certificação *SUBSAFE* é definido pelo foco nas estruturas, sistemas e componentes que são críticos para a integridade da estanqueidade à água e para a capacidade do submarino se recuperar de um eventual alagamento (LEVESON, 2011). Esse perímetro corresponde ao que GUIMARÃES (1999) denominou de envelope estanque, apresentado no item 3.9.3 .

LEVESON (2011) informa que a certificação no programa *SUBSAFE* é fundamentada em evidências objetivas de qualidade (*Objective Quality Evidence – OQE*), as quais são definidas como qualquer declaração de fato, qualitativa ou quantitativa, pertinente à qualidade de um produto ou serviço, fundamentada em observações, medidas ou testes que possam ser verificados. A verificação é um aspecto fundamental. Análises probabilísticas de segurança não podem, em geral, ser verificadas, não sendo, portanto, utilizadas. As evidências objetivas de qualidade provam que passos foram tomados para a conformidade com os requisitos. Não importa se uma atividade foi feita com cuidado ou não, sem a evidência objetiva de qualidade é como se a atividade não tivesse sido realizada, pois falta o fundamento para a certificação (LEVESON, 2011).

A certificação no *SUBSAFE*, afirma LEVESON (2011), não é uma atividade, mas um processo a ser mantido ao longo do tempo. Seu propósito é prover a máxima garantia razoável desde a certificação inicial, durante toda a vida do submarino, até sua baixa do serviço ativo. O processo é estruturado desde o início da construção, conduzindo à autorização formal para os testes de mar e entrega à Marinha. A certificação prossegue sendo aplicado à manutenção e deve ser mantida durante toda a vida do submarino (LEVESON, 2011).

A certificação inicial no *SUBSAFE* é composta, segundo LEVESON (2011), da certificação: do projeto; do material; de fabricação; e dos testes.

LEVESON (2011) informa que a certificação inicial é feita próximo ao final da construção do submarino, e consiste em um processo formal precedido de uma verificação e auditoria conduzida pelo construtor. Após a auditoria do construtor, é realizada uma auditoria pela autoridade supervisora e, finalmente, uma auditoria

realizada por uma equipe de auditoria de certificação liderada pelo Escritório de Segurança e Garantia da Qualidade do NAVSEA.

Ao longo da vida operativa do meio a certificação *SUBSAFE* deve ser mantida, sendo empregadas para este fim três ferramentas (LEVESON, 2011):

- a) Processo de controle de reentrada – *Reentry Control* (REC): consiste no controle e testes dos serviços realizados em equipamentos ou sistemas pertencentes ao perímetro de certificação *SUBSAFE*, a fim de prover a máxima garantia razoável de que as áreas afetadas pelos serviços realizados foram restauradas às plenas condições de certificação.
- b) Processo do cartão de requisitos de manutenção para operações irrestritas – *Unrestricted Operations Maintenance Requirements Card* (URO MRC): Consiste em inspeções periódicas e testes de itens críticos do perímetro *SUBSAFE*, a fim de garantir que eles não tenham sofrido degradação a níveis inaceitáveis devido ao uso, idade ou exposição ao ambiente de operação.
- c) Programa de auditorias: A verificação da conformidade é um processo contínuo em que todas as organizações participam por intermédio de inspeções, acompanhamentos e auditorias para confirmar sua própria conformidade. As auditorias são realizadas de modo periódico, mas também sempre que determinadas condições que indiquem a necessidade de auditorias extraordinárias forem identificadas. LEVESON (2011) informa que há três níveis de auditoria: um é o do estaleiro ou empresa contratada onde os serviços são realizados, o segundo é o da organização local da Marinha, e o terceiro é o do *NAVSEA*.

As responsabilidades das empresas contratadas e estaleiros para a realização de serviços em equipamentos ou estruturas do perímetro do *SUBSAFE*, relata LEVESON (2011), incluem o estabelecimento de processos para o controle do trabalho, o estabelecimento de processos para verificar a conformidade e certificar o trabalho realizado, e o estabelecimento de processos para apresentar as evidências objetivas da qualidade (OQE) à autoridade governamental local de supervisão. Os processos estabelecidos para verificar a conformidade incluem um sistema de gerenciamento da qualidade, acompanhamento dos serviços, testemunho de trabalhos críticos de empresas subcontratadas (garantia da qualidade de empresas subcontratadas) e auditorias internas.

As responsabilidades da autoridade governamental local de supervisão (que é o representante local da Marinha norte-americana) incluem o acompanhamento dos

serviços, inspeções, atividades de garantia da qualidade, testemunho de trabalhos críticos de subcontratados, auditorias das empresas subcontratadas e certificar o trabalho do contratado junto ao Comando da Marinha (LEVESON, 2011).

O Comando da Marinha norte-americana, representado pelo *NAVSEA*, tem como responsabilidades estabelecer e especificar os requisitos *SUBSAFE*, verificar a conformidade aos requisitos, prover certificação *SUBSAFE* para cada submarino. A verificação da conformidade é feita, segundo relata LEVESON (2011), por intermédio de dois tipos de auditorias:

- (1) Auditorias específicas de cada navio; e
- (2) Auditorias de funcionais ou de instalações.

As auditorias específicas de cada navio observam as evidências objetivas da qualidade (OQE) associadas com um navio específico, a fim de assegurar que as condições materiais daquele submarino sejam satisfatórias para a realização das provas de mar e operações irrestritas. Essas auditorias são uma etapa importante do processo de certificação de que as condições do submarino atendem aos requisitos *SUBSAFE* e que o submarino é seguro para operações no mar (LEVESON, 2011).

As auditorias funcionais ou de instalações (como empresas contratadas ou estaleiros), segundo informa LEVESON (2011), incluem a revisão (análise crítica) de políticas, procedimentos e práticas para confirmar a conformidade com os requisitos do programa *SUBSAFE*, o estado de saúde dos processos e a capacidade de produzir bens ou projetos certificáveis. Os dois tipos de auditorias são realizados seguindo planos de auditoria estruturados e por auditores qualificados.

Segundo LEVESON (2011) o sucesso do *SUBSAFE* se deve, em parte, à filosofia de auditoria. As auditorias são encaradas como uma experiência construtiva de aprendizado. As auditorias partem do pressuposto que as políticas, procedimentos e práticas estão em conformidade com os requisitos. A meta das auditorias é confirmar a conformidade. Portanto, como apresenta LEVESON (2011), as constatações de auditoria devem estar fundamentadas em claras violações dos requisitos, mas são percebidas como oportunidades de melhoria operacional (LEVESON, 2011). O objetivo declarado das auditorias é “tornar nossos submarinos mais seguros” (LEVESON, 2011). O possessivo nosso enfatiza que as metas de segurança são de todos, e o esforço de grupo necessário para atingi-las. Todos são donos das metas de segurança, é presumido que todos estão comprometidos com elas, e que todos trabalham com o mesmo propósito. A literatura e

treinamento *SUBSAFE* trata aqueles nele envolvidos como parte de “uma família muito especial de pessoas que projetam, constroem, mantêm e operam os submarinos de nossa nação” (LEVESON, 2011). De forma coerente com tal postura, as auditorias são análises críticas realizada por pares. Uma equipe típica de auditoria consiste de vinte a trinta pessoas, das quais oitenta por cento (80%) são oriundas das diversas organizações *SUBSAFE* ao redor do país, e as vinte por cento (20%) restantes são oriundas do Comando do NAVSEA. A auditoria é vista como um esforço de equipe e espera-se que a organização sendo auditada auxilie a equipe de auditoria a preparar um relatório de auditoria tão preciso e significativo quanto possível (LEVESON, 2011).

LEVESON (2011) informa que as auditorias são conduzidas sob os auspícios de regras de comunicação contínua, ou seja: quando um problema é encontrado a ênfase é em identificá-lo e compreendê-lo de forma plena, assim como a identificação de potenciais soluções. Deficiências são documentadas e adjudicadas para serem tratadas. Questões controversas podem vir a surgir, mas deve-se buscar resolvê-las durante o processo de auditoria.

Um subproduto significativo de uma auditoria *SUBSAFE*, segundo LEVESON (2011), é a experiência de aprendizado que ela proporciona, tanto para os auditores como para os auditados. Os resultados esperados incluem a troca de informações sobre procedimentos bem-sucedidos e melhorias de processos. A lógica de se ter participantes do *SUBSAFE* na equipe de auditoria se fundamenta no entendimento dos requisitos do *SUBSAFE*, mas também na habilidade de aprender durante as auditorias, e aplicar o que foi aprendido nos seus próprios grupos *SUBSAFE*.

A filosofia das auditorias, conforme LEVESON (2011) descreve no seu livro, é o produto de experiência e aprendizado. Até 1986 eram realizadas apenas auditorias específicas de cada navio. Não eram realizadas auditorias em outras instalações e no comando. Naquele ano de 1986, informa LEVESON (2011), foi percebido que os submarinos haviam se tornado complacentes, pois não eram encontradas novas constatações a acompanhar depois que uma auditoria era completada. Concluiu-se que as auditorias específicas de cada navio não eram suficientemente rigorosas. Em termos de uma abordagem STAMP, somente o nível mais básico da estrutura de controle da segurança estava sendo auditado e não os demais componentes. Depois de 1986 auditorias bianuais passaram a ser realizadas em todos os níveis da estrutura de controle da segurança, incluindo os níveis mais altos de gerenciamento. Uma auditoria bianual de

*SUBSAFE* nos níveis organizacionais mais elevados dá oportunidade ao pessoal que atua nas operações, ou *sharp end*, uma chance de avaliar as atividades no nível do comando. O pessoal do comando deve estar disposto a aceitar e tratar as constatações de auditorias de mesma forma que qualquer outro integrante da comunidade dos submarinos nucleares. Uma lição aprendida foi que é difícil desenvolver um programa robusto de verificação da conformidade. Ao longo do desenvolvimento, LEVESON (2011) afirma que foi constatado o seguinte:

- (1) Devem ser estabelecidas, comunicadas e cumpridas regras claras para as auditorias;
- (2) Não é possível inserir requisitos adicionais durante as auditorias; e
- (3) A organização de verificação da conformidade deve ter o mesmo *status* organizacional que os gerentes de programas e a autoridade técnica.

Adicionalmente, foi determinado que nem todos podem realizar atividades *SUBSAFE*. O número de pessoas autorizadas a realizar atividades *SUBSAFE* é controlada com rigor.

O *SUBSAFE*, segundo LEVESON (2011), se fundamenta na crença de que lições aprendidas são uma parte integral da segurança dos submarinos e enfatiza Críticas e Relatórios de Problemas. Definem-se problemas significativos como sendo aqueles que:

- Afetam a segurança do navio;
- Causam danos significativos ao navio ou seu equipamento;
- Causam atrasos no emprego do navio (impactam a disponibilidade do meio);
- Causam aumento substancial de custos; ou
- Causam injúrias severas a pessoas.

Como parte do processo de aprendizagem do sistema, LEVESON (2011) informa que são elaborados Relatórios de Problemas para todos os problemas significativos encontrados durante a construção, reparo e manutenção dos navios. Problemas sistêmicos e questões que constituem lições aprendidas significativas pertinentes a outras atividades também podem ser identificadas a partir dos relatórios de problemas.

Os relatórios de problemas são distribuídos a todos os responsáveis pelo *SUBSAFE* e são utilizados para relatar problemas significativos ao NAVSEA. O

NAVSEA avalia esses relatórios para identificar melhorias do programa *SUBSAFE* (LEVESON, 2011).

LEVESON (2011) aponta que os líderes do *SUBSAFE* consideram como seus maiores desafios os aspetos elencados a seguir:

- Ignorância: o estado de não saber;
- Arrogância: Comportamento baseado no orgulho, presunção, vaidade, crença de superioridade intelectual e a suposição de conhecimento que não tem fundamento factual; e
- Complacência: estar satisfeito com seus próprios feitos combinado com a falta de percepção de perigos atuais ou deficiências.

O programa foi projetado para combater tais desafios, particularmente por intermédio de treinamento e educação (LEVESON, 2011).

O treinamento e a educação contínuos são, segundo atesta LEVESON (2011), a marca registrada do *SUBSAFE*, e suas metas são:

- Servir de lembrete das consequências da complacência nas tarefas de cada um;
- Enfatizar a necessidade de se corrigir e prevenir problemas de forma proativa;
- Reforçar a necessidade de se aderir aos fundamentos do programa; e
- Transmitir apoio gerencial ao programa.

A melhoria contínua e realimentação aos programas de treinamento do *SUBSAFE* vem não somente dos relatórios de problemas e incidentes, mas também do nível das avaliações de conhecimento realizado durante auditorias de organizações que realizam trabalhos *SUBSAFE* (LEVESON, 2011).

LEVESON (2011) informa que é exigido treinamento anual para todos os que atuam no *SUBSAFE*, do aprendiz de operário aos almirantes. Um curso de reciclagem também é realizado em cada instalação das empresas contratadas. Em todas as reuniões é exibido um vídeo sobre a perda do *Thresher*, além de ser realizada uma apresentação da visão global do *SUBSAFE*, das responsabilidades de cada um, as lições aprendidas mais recentes, assim como as tendências das deficiências encontradas nos anos anteriores. A necessidade de se evitar a complacência e prevenir e corrigir de modo proativo problemas é reforçada.

Nas reuniões anuais, segundo LEVESON (2011), é reservado tempo para lembrar todos os envolvidos sobre a história do programa. Garantindo que ninguém se esqueça do que aconteceu com o *Thresher*, o *SUBSAFE* tem ajudado a criar uma cultura que conduz à estrita aderência às políticas e procedimentos.

Os envolvidos no *SUBSAFE* têm muito orgulho dos seus feitos e do fato de que, mesmo depois de cinquenta anos sem acidentes, o programa ainda é, como descrito por LEVESON (2011), forte e vibrante. No dia 8 de janeiro de 2005, o *USS San Francisco*, então com vinte e seis anos de operação, colidiu frontalmente com uma montanha submersa. Embora vários membros da tripulação tenham se ferido e um morrido, este incidente é considerado pelo *SUBSAFE* como uma história de sucesso. Mesmo com o grande dano à estrutura de vante do navio, não houve alagamento e o navio pode regressar à base com sua própria propulsão, atendendo, portanto, plenamente os requisitos do *SUBSAFE*. LEVESON (2011) informa que não houve perda de integridade do casco resistente, o reator nuclear permaneceu em funcionamento, o sistema de sopro do tanque de lastro principal funcionou como previsto e as superfícies de controle funcionaram de modo apropriado. Os membros do programa *SUBSAFE* atribuem o sucesso à disciplina do trabalho, controle de material, documentação e verificação da conformidade exercitados durante o projeto, construção e manutenção do *USS San Francisco*.

LEVESON (2011) declara que é possível transferir os princípios do *SUBSAFE* do meio militar para empresas comerciais e industriais, desde que se mantenham em mente os princípios que levaram ao sucesso desse programa. LEVESON (2011) identifica os fatores a seguir como contribuintes para o sucesso do *SUBSAFE*, sendo que a maior parte pode ser trazida para programas de segurança de empresas privadas:

- Apoio e comprometimento da liderança com o programa;
- O gerenciamento (NAVSEA) não deve ter medo de dizer não quando confrontado com pressões para fazer concessões com relação aos princípios e requisitos do *SUBSAFE*. A alta gerência também aceita ser auditada a respeito de sua aderência aos princípios do *SUBSAFE* e em corrigir quaisquer deficiências encontradas;
- O estabelecimento por escrito de requisitos claros de segurança;
- Educação, não apenas treinamentos, com lembrança anual do passado, melhoria contínua, e realimentação de lições aprendidas, relatórios de problemas e avaliações durante auditorias;

- Atualização periódica dos requisitos do programa *SUBSAFE* e renovação periódica do comprometimento aos requisitos do programa *SUBSAFE*;
- Separação dos poderes e atribuição de responsabilidades;
- Ênfase no rigor, conformidade técnica e disciplina de trabalho;
- Documentação que captura o que foi feito e por que foi feito;
- Uma filosofia de auditoria participativa e os requisitos para evidência objetiva de qualidade;
- Um programa embasado em procedimentos escritos e não guiados pela personalidade;
- Realimentação e melhoria contínuas. Quando algo não está conforme às especificações *SUBSAFE* o fato deve ser relatado ao Comando do *NAVSEA* juntamente com uma análise de causalidade (incluindo fatores sistêmicos) e o porquê do acontecido. Todos os integrantes da organização, independentemente da sua posição na cadeia hierárquica, devem estar dispostos a examinar os seus papéis no incidente;
- Certificação continuada durante toda a vida do navio; isto não é um evento único;
- Responsabilização (no sentido de se estar obrigado a prestar contas de seus atos e decisões) acompanhado de responsabilidade formal. A integridade pessoal e responsabilidade pessoal é reforçada. O programa é projetado no sentido de fortalecer o orgulho de cada um no seu trabalho;
- Uma cultura de responsabilidade compartilhada pela segurança e pelos requisitos *SUBSAFE*; e
- Um esforço especial em se ser vigilante contra a complacência e em combatê-la quando ela for detectada.

### 3.10 MODELOS DE CAUSALIDADE ACIDENTAL

#### 3.10.1 O *AcciMap* - Modelo de acidental Rasmussen e Svedung

Rasmussen e Svedung (2000) afirmam que por causa da natureza dinâmica da sociedade moderna, as organizações desenvolvem um esforço contínuo de adaptação a um ambiente dinâmico. Tal fato faz com que a abordagem tradicional de modelar um sistema pela sua decomposição em elementos e descrever seu funcionamento por intermédio das relações causais entre esses elementos não seja confiável (RASMUSSEN

e SVEDUNG, 2000). Esses autores defendem que é necessário adotar uma abordagem sistêmica, focada nas seguintes questões:

- a. Identificação dos decisores e atores envolvidos no controle dos processos nos níveis relevantes do sistema sócio-tecnológico;
- b. A porção do espaço de trabalho sob controle dos decisores e atores envolvidos no controle dos processos estão definidos.;
- c. A estrutura do sistema de controle distribuído deve ser identificada e analisada.

As atividades diárias de decisores podem não estar funcionalmente acopladas, exceto segundo padrões particulares numa situação onde suas ações decisões e ações independentes se combinam e iniciam uma sequência de eventos acidental. O início da sequência acidental também pode ser causado por uma variação normal do desempenho do trabalho de alguém que poderá vir a ser julgado como sendo a causa raiz do acidente (RASMUSSEN; SVEDUNG, 2000).

Segundo esses autores, as ferramentas gráficas clássicas de análise de causalidade de acidentes precisam ser aperfeiçoadas e evoluir. Para sistemas sociotécnicos altamente adaptativos as análises determinísticas e modelos causais desenvolvidos para instalações técnicas não são mais adequados. Rasmussen e Svedung (2000) propõe uma análise acidental composta das fases descritas a seguir.

Fases da análise:

- a) Análise de acidentes: cenários e sequências de eventos que podem levar à condição acidental são identificadas e analisadas com o emprego de um diagrama de causa e consequência (*Cause Consequence Chart – CCC*);
- b) Identificação dos atores: Todos os decisores, planejadores e atores que estiveram, ou podem estar, envolvidos no estabelecimento da condição acidental de cada cenário devem ser identificados e representados em um *ActorMap*;
- c) Generalização: De um conjunto de *AcciMaps* deve ser elaborado um *AcciMap* genérico que permite identificar as organizações e grupos que devem ser submetidos a uma análise de trabalho mais detalhada;
- d) Análise de trabalho: Um mapa de atores, extraído do *AcciMap* genérico, identifica os decisores individuais e corpos de planejamento que devem ser submetidas a entrevistas e estudos de trabalho, a fim de identificar as vias de

comunicação sobrepostas ao mapa de atores (na forma de um *InfoMap*), e apontar elos fracos nos padrões de comunicação dentro da organização.

Segundo Rasmussen e Svedung (2000), a análise de acidentes tende a indicar que os caminhos para potenciais acidentes são frequentemente estabelecidos como resultado de efeitos colaterais, imprevistos e indesejáveis de decisões tomadas em diferentes pontos no espaço e no tempo, por diferentes atores de diferentes organizações de diferentes níveis da sociedade. Em geral as atividades desses atores não têm nexos funcional, exceto quando o acidente revela a estrutura relacional. Decisões são tomadas com base em processos e informações que são coerentes no contexto local do decisor e no momento da decisão, e seu comportamento é influenciado por pressões e incentivos pertinentes ao curto prazo, deixando-os ignorantes e alheios às consequências potencialmente perigosas dos efeitos colaterais de suas decisões.

Uma parte importante da análise proposta por Rasmussen e Svedung (2000) é a identificação de todos os atores que influenciam o sistema em questão. Com esse propósito esses autores recomendam a elaboração de um *ActorMap*. Ele pode ser genérico, englobando os atores e decisores dos níveis organizacionais que estão envolvidos com os cenários em análise, ou ser detalhado, a fim de possibilitar a análise detalhada das atividades.

### **3.10.2 Modelo e processo acidental com base na teoria de sistemas – *System Theoretic Accident Method and Process - STAMP***

O modelo fundamentado na teoria de sistemas propõe uma abordagem dos acidentes como problemas relacionados ao controle de sistemas.

Acidentes e perdas, segundo LEVESON (2011), são o resultado de não se garantir restrições de segurança no comportamento do sistema. As restrições no comportamento do sistema que previnem condições inseguras devem existir desde o projeto, mas elas devem ser mantidas continuamente ajustadas para responder às mudanças no sistema. Para se ter um processo de segurança sistêmica são necessários três componentes principais: Gerenciamento, Desenvolvimento de engenharia e Operações.

LEVESON (2011) denominou esse modelo de STAMP e afirma que ele está fundamentado nos conceitos a seguir.

- Acidente: “Um evento indesejável ou imprevisto que resulta em perda, incluindo perda de vida humana ou ferimentos humanos, dano à propriedade, poluição ambiental, perda da missão etc.” (LEVESON, 2011).
- Perigo: “[...] um perigo é definido como intrínseco ao sistema sendo projetado (ou seu relacionamento com um objeto do ambiente) e não somente no seu ambiente.” (LEVESON, 2011). “Um estado do sistema ou um conjunto de condições que, juntamente com um determinado conjunto de condições ambientais de pior caso, levam a um acidente (perda).” (LEVESON, 2011).

Para se proceder à análise de acidentes no modelo STAMP é necessário se definir qual é a fronteira do sistema, ou seja, o que faz parte do sistema e o que faz parte do ambiente. Um sistema é um ente abstrato que deve ser definido pelo seu projetista ou operador. A definição das fronteiras do sistema determinará o que constitui perigo e o que constitui parte do ambiente. Como a definição da fronteira é uma opção do projetista ou analista, LEVESON (2011) declara que uma forma útil de se estabelecer a fronteira do sistema é se optando por incluir no sistema aquelas condições relacionadas ao acidente sobre as quais o projetista ou operador tenha controle. Também deve ser levado em conta que todo sistema pode ser um subsistema de um sistema maior. Portanto, um evento ou condição que é um acidente em um sistema pode ser um perigo para um sistema maior. Para sistemas complexos, é crítico que a abordagem deve ser iniciada nos níveis mais elevados do sistema, progredindo-se para os mais detalhados (*top-down*) (LEVESON, 2011).

No modelo STAMP os sistemas são analisados com pertinência aos perigos empregando-se o STPA - *System Theoretic Process Analysis* – Análise de Processo com base na teoria de sistemas, e os acidentes são analisados utilizando-se o CAST *Causal Analysis using System Theory* - Análise de causal empregando a teoria de sistemas.

Para empregar o STAMP é necessário definir um modelo de sistema a ser aplicado nas análises. A Figura 9 apresenta os elementos típicos de um processo de controle com realimentação.

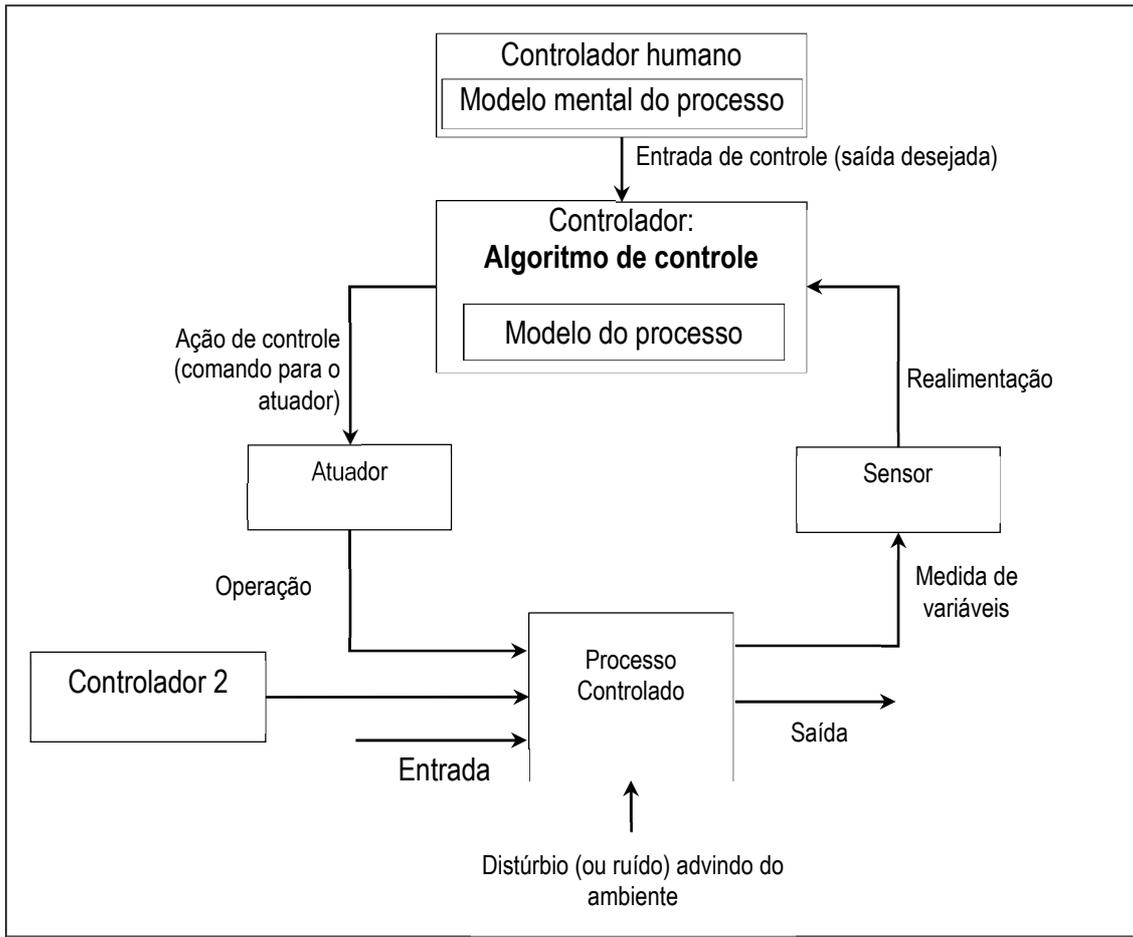


Figura 9 - Elementos típicos de um processo de controle com realimentação  
 Fonte: Adaptado de LEVESON (2011)

O modelo de causalidade acidental STAMP trata acidentes como problemas de controle e não como um problema de falha de um componente físico, humano ou organizacional. Os problemas de controle incluem o tratamento inadequado de eventuais falhas, mas também abordam erros no projeto do sistema, na sua programação, nos algoritmos de controle, nas decisões dos humanos que interagem com o sistema e tratamento incorreto de distúrbios. Os acidentes no modelo STAMP têm como causa a imposição inadequada de restrições no comportamento do sistema. Tal inadequação pode ser o resultado de falhas de componentes, mas também de interações inseguras entre componentes que estão operando segundo o projeto (ou seja, nada falhou), e ainda de ações de controle erradas oriundas da programação (*software*) ou humanos (LEVESON, 2011).

### 3.10.2.1 STPA – Análise do processo segundo a teoria de sistemas

A análise de processos fundamentada no STAMP é a STPA – *System Theoretic Process Analysis* – Análise do processo segundo a teoria de sistemas. Essa análise é

realizada em dois passos (LEVESON, 2011):

Primeiro passo: é realizada a identificação de ações de controle perigosas para cada componente que possa causar um perigo no nível do sistema pela violação de uma restrição do sistema de segurança.

A determinação das ações de controle potencialmente perigosas pode ser feita pela descrição das consequências das seguintes situações (THOMAS 2012):

- A ação de controle não é iniciada;
- A ação de controle errada é iniciada;
- A ação de controle é iniciada no momento errado ou fora da sequência adequada; e
- A ação de controle é interrompida prematuramente, ou é executado por um tempo excessivo.

A identificação das ações de controle potencialmente perigosas é fundamentada na noção de que ações de controle só são perigosas em determinados contextos. Portanto devem-se identificar as ações de controle possíveis, os estados potencialmente perigosos do sistema, para então analisar as combinações de ações de controle e cenários que resultam em ações de controle perigosas.

Segundo passo: Análise de cada malha de controle da estrutura de controle de segurança para identificar os potenciais fatores causais para cada ação de controle perigosa, como, por exemplo, cenários que causam as situações de perigo.

### 3.10.2.2 CAST – Análise causal empregando a teoria de sistemas.

FLETCHER (2014), apresenta os passos a seguir para a realização de uma análise de causalidade fundamentada na teoria de sistemas:

- a) Identificação do(s) Sistema(s) e Acidente(s);
- b) Identificação dos eventos próximos (no tempo) ao acidente;
- c) Desenho da estrutura de controle de segurança;
- d) Análise de cada componente;
- e) Exame da coordenação e comunicação;
- f) Consideração das dinâmicas e migração para condições de maior risco;
- g) Identificação de mudanças para eliminar o controle inadequado no futuro; e
- h) Elaboração de recomendações.

### 3.10.3 O Método da Análise da Ressonância Funcional – *Functional Resonance Analysis Method* – FRAM

O FRAM se concentra em como as coisas ocorrem no dia-a-dia. Seu objetivo é modelar como as coisas acontecem sem interpretá-las com respeito ao modelo. Esse método está fundamentado nos quatro princípios listados a seguir (HOLLNAGEL, 2012).

- a) A equivalência de falhas e sucessos;
- b) Os ajustes aproximados (variabilidade do desempenho);
- c) Eventos emergentes; e
- d) Ressonância funcional.

A variabilidade funcional decorrente dos ajustes aproximados pode levar à ocorrência do fenômeno que HOLLNAGEL (2012) denominou ressonância funcional, que é análoga à ressonância estocástica, produzindo resultados inesperados, mas em decorrência de combinações inesperadas entre as variabilidades normais das funções do sistema. HOLLNAGEL (2012) expõe que normalmente os ajustes (variações no desempenho) serão subliminares, mas em determinadas ocasiões eles podem levar à ressonância funcional e à emergência de resultados inesperados, como se do nada, sem nenhuma relação de causa e efeito. A variabilidade do desempenho, no entanto, não é aleatória, como na ressonância estocástica. Ela é resultado dos ajustes aproximados feitos pela organização e seus integrantes no seu funcionamento diário. Estes ajustes são necessários, mas também são atalhos e heurísticas empregados de forma semiordenada ou semiorganizada. Portanto eles são apenas parcialmente previsíveis. A ressonância funcional, como afirma HOLLNAGEL (2012), difere da ressonância estocástica também por ser proativa. Ela ocorre não só em resposta, mas também em antecipação ao que outros podem vir a fazer. Esse aspecto explica o acoplamento entre as funções, pois cada pessoa se ajusta – reativa ou proativamente – ao que as pessoas à sua volta estão fazendo. Daí surge a dependência e os ajustes aproximados tornam-se ajustes aproximados mútuos. As funções se tornam acopladas e a variabilidade do desempenho das funções também.

A ressonância funcional, em termos formais, é o sinal detectável que emerge das interações não intencionais entre a variabilidade quotidiana de múltiplos sinais. Ela foi proposta como uma forma de se compreender resultados que não são causais e nem lineares, a fim de possibilitar sua previsão e controle (HOLLNAGEL, 2012).

Os passos propostos por HOLLNAGEL (2012) para o processo de análise pelo FRAM são os listados a seguir:

Passo 0: Identificar se a análise visa um fato ocorrido, como em uma análise de acidente, ou fatos que podem vir a ocorrer, como em uma avaliação de risco.

Passo 1: Identificar e descrever detalhadamente as funções necessárias para que o trabalho cotidiano em condições usuais seja bem-sucedido. O conjunto de funções identificado e descrito constitui o modelo FRAM.

Passo 2: Caracterizar a variabilidade das funções identificadas e descritas no Passo 1. A caracterização da variabilidade das funções deve incluir a variabilidade potencial e a variabilidade real das funções em uma instanciação do modelo.

Passo 3: Observar instanciações específicas do modelo para compreender como a variabilidade das funções podem se tornar acopladas e determinar se isso pode levar a consequências inesperadas.

Passo 4: Passo final, propor formas de gerenciar as possíveis ocorrências de variabilidade descontrolada de desempenho, identificadas nos passos anteriores.

HOLLNAGEL (2012) aponta que na identificação e descrição das funções é importante realizar a análise da atividade diária e não da tarefa prescrita, em uma abordagem igual à estabelecida por LEPLAT e HOC (1983). As funções devem representar, no caso das análises acidentais, o que realmente aconteceu, e, no caso de uma análise de risco, as atividades que traduzirão a prática de como as tarefas serão efetivamente realizadas.

O termo Função no FRAM, segundo informa HOLLNAGEL (2012), é empregado no contexto da relação entre uma meta, ou objetivo, e os meios necessários para atingi-la. A Função representa os meios, atividades, ou conjunto de atividades necessárias para se atingir uma meta ou objetivo

As funções no modelo FRAM são representadas graficamente por hexágonos, onde cada vértice corresponde a um elo com outras funções. As funções não são conectadas por setas, mas linhas, pois elas não representam fluxos, mas relações. As relações, ou acoplamentos, entre as funções podem ser caracterizadas, conforme HOLLNAGEL (2012), segundo seis aspectos distintos. São eles:

- a) Entrada (*Input* – I): é o que a função processa ou transforma, ou o que dá início à realização da função;
- b) Saída (*Output* – O): é o que resulta da realização da função, podendo ser uma entidade ou mudança de estado;
- c) Precondições (*Preconditions* – P): são condições que devem existir antes que uma função possa ser realizada;
- d) Recursos ou Condições de Execução (*Resources* – R): aquilo que a função necessita para ser realizada (condição para execução) ou consome (recurso) durante sua execução;
- e) Tempo (*Time* – T): restrições temporais pertinentes à função, como momento de início, momento de fim ou duração; e
- f) Controle (*Control* – C): é como a função é monitorada ou controlada.

A Figura 10 apresenta a representação gráfica de uma função no FRAM.

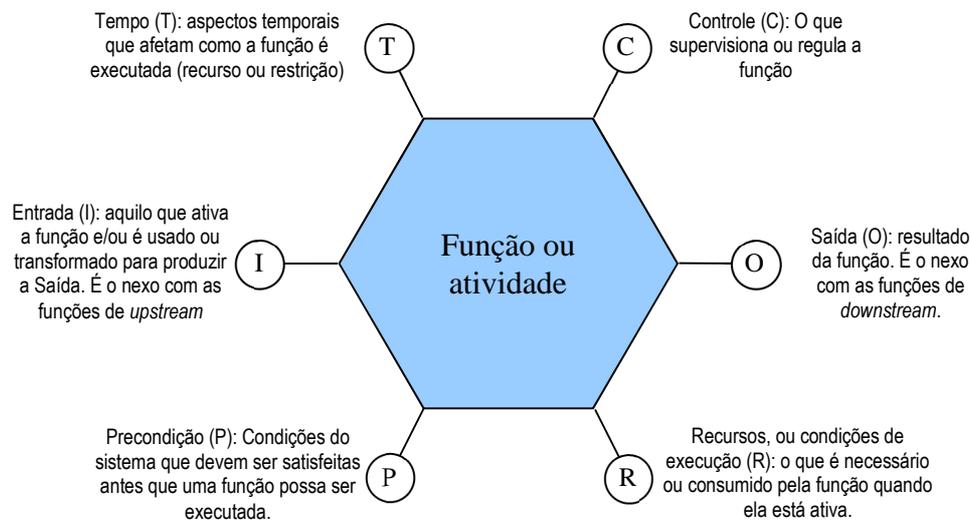


Figura 10 – Representação gráfica de uma função no FRAM  
Fonte: Adaptado de HOLLNAGEL (2012).

Na análise da ordem em que as funções são realizadas HOLLNAGEL (2012) denominou de funções à montante (*upstream*) aquelas que ocorrem antes de outras funções, e podem, portanto, influenciá-las, e de funções à jusante (*downstream*) aquelas que ocorrem depois de outras funções, e assim podem ter sido influenciadas por elas.

As funções que são o objeto da análise e são o foco do interesse do analista são denominadas por HOLLNAGEL (2012) funções de primeiro plano (*foreground*), e de funções de fundo (*background*), aquelas que influenciam as de primeiro plano,

estabelecem o contexto, ou ambiente de trabalho. As funções de fundo são as que podem ser consideradas constantes, ou invariáveis, no contexto da análise que está sendo realizada. Uma função de fundo pode ser considerada constante por ser pouco variável no contexto temporal da análise, ou porque a sua variabilidade não está sendo abordada na análise (HOLLNAGEL, 2012).

Elaborado o modelo FRAM é importante estudar a variabilidade das funções. O método FRAM, conforme afirma HOLLNAGEL (2012), pode ser utilizado para analisar eventos, analisar riscos ou avaliar projetos. Para cada uma dessas análises duas coisas são relevantes: a variabilidade das funções e a descrição de como as funções podem depender umas das outras, ou seja, como elas podem estar acopladas.

Para se entender a interconexão entre as funções e como isso pode levar a resultados inesperados é necessário descrever como as funções podem variar. A análise não deve se concentrar na função, mas na sua Saída (O). Isso decorre do fato de que a variabilidade de uma função só é relevante se ela se refletir na saída, que é a porção da função que é percebida pelo sistema (HOLLNAGEL, 2012).

Os motivos que podem levar a Saída de uma função a variar, segundo HOLLNAGEL (2012), são:

- A variabilidade interna ou endógena da função, decorrente de características próprias da função;
- A variabilidade decorrente da variabilidade do ambiente onde a função é realizada, denominada variabilidade externa ou exógena; e
- A variabilidade decorrente da variabilidade de funções a montante que lhe servem de Entrada, Recursos, Precondição, Recurso, Controle ou Tempo. Esse tipo de variabilidade recebeu de HOLLNAGEL (2012) a denominação de acoplamento funcional montante-jusante (*upstream-downstream*).

O FRAM pertence ao conjunto de abordagens que HOLLNAGEL (2014) classificou como Segurança II. Nela o foco não é o que deu errado, mas o que deu certo. A Segurança não é, portanto, o resultado da ausência de acidentes, mas na garantia de que as coisas dão certo. Por conseguinte, a análise no FRAM permitirá ao analista identificar onde pode haver variabilidade de desempenho além dos limites permitidos e propor formas de gerenciá-la. Para gerenciar a variabilidade é necessário monitorá-la. Isso pode ser feito estabelecendo-se metas e indicadores que serão medidos e comparados com as

metas. Os indicadores devem ser significativos e de fácil utilização. O FRAM identifica os acoplamentos e indica onde a variabilidade pode levar a resultados além dos limites desejados, portanto o próprio modelo FRAM pode ser empregado para o estabelecimento dos indicadores. Os resultados da monitoração do desempenho e sua variabilidade podem ser utilizados para orientar intervenções no sistema de modo a trazê-lo de volta aos limites estabelecidos. Isso pode ser feito por intermédio do amortecimento da variabilidade de funções à montante da função onde foi detectada uma variabilidade fora dos limites estabelecidos.

### 3.11 O MÉTODO MICMAC

Trata-se de uma ferramenta de análise estrutural originalmente desenvolvida por GODET (2000) para emprego em prospectiva estratégica na identificação de variáveis chave.

A análise estrutural é uma ferramenta para estruturar ideias, e provê a possibilidade de descrever um sistema com o auxílio de uma matriz que conecta todos seus elementos. Pelo estudo destas relações, o método possibilita revelar-se as variáveis essenciais à evolução do sistema.

O método MICMAC é composto por três fases, a saber:

Fase 1: Identificação das variáveis: Devem ser consideradas todas as variáveis que caracterizam o sistema em tela da forma mais detalhada possível. A lista das variáveis, porém não deve exceder 80 variáveis (GODET, 2000).

Fase 2: Descrição das relações entre as variáveis: Uma variável não existe se não como parte de uma rede relacional com outras variáveis (GODET, 2000). A análise estrutural permite relacionar as variáveis em uma matriz com duas entradas (relações diretas). Às entradas da matriz são, em geral, qualitativas: é atribuído o valor 0 (zero) se não há relação entre as variáveis I e J, a 1 no caso contrário. É possível, no entanto, ajustar as intensidades das relações atribuindo-se o valor 0 (zero) se não há relação, o valor 1 (um) se a relação é fraca, o valor 2 (dois) se a relação é de média intensidade, e o valor 3 (três) se a relação entre as duas variáveis tem forte intensidade. A matriz obtida é denominada Matriz de Análise Estrutural (GODET, 2000), Quadro de Influência (CARRION *et al.*, 2007) ou Matriz de Dependência Direta – MDD (GODET, 2004).

Fase 3: identificação das variáveis chave: Consiste em identificar as variáveis chave, inicialmente por uma classificação direta, e depois por uma classificação indireta.

Classificação direta: O total de conexões em uma linha indica a importância da influência de uma variável sobre o sistema como um todo (nível de motricidade<sup>5</sup> direta). O total em uma coluna indica o grau de dependência da variável (nível de dependência<sup>6</sup> direta).

Classificação indireta: É possível detectar variáveis escondidas graças à multiplicação da matriz de dependências diretas. A multiplicação da matriz de dependências diretas (MDD) corresponde à soma de cada produto de  $a_{ij}$  por  $a_{ji}$  (considerando a matriz com  $i$  linhas e  $j$  colunas). Portanto, cada multiplicação corresponde à dinâmica das relações entre as variáveis e o nível de motricidade e dependência de cada uma pode alterar. Após um número de multiplicações (iterações) pode se chegar a uma situação em que as variáveis não mudam mais seus níveis relativos de motricidade e dependência. Quando esta situação for atingida a matriz resultante representa o papel das variáveis do sistema a longo prazo (MOREIRA, 2011). Nesta situação é possível a identificação de variáveis que, em um momento inicial não aparentavam serem importantes, mas que, a longo prazo assumem papéis centrais.

O método MICMAC tem como vantagens (GODET, 2004): estimular o pensamento e a reflexão de uma forma contra intuitiva dos aspectos do comportamento do sistema; apoiar a reflexão na elaboração de cenários; e, possibilitar um estudo qualitativo de sistemas diversos.

Como limitações do MICMAC, GODET (2004) aponta a subjetividade das variáveis e das relações entre as mesmas.

CARRION *et al.* (2007) empregaram o método MICMAC no trabalho em que apresentam a matriz de características como uma ferramenta para a análise da estrutura de processos. Na conclusão deste trabalho os seus autores afirmam que a análise da matriz de características com o emprego do método MICMAC possibilita a classificação dos aspectos que caracterizam um processo segundo os seus níveis de motricidade e

---

<sup>5</sup> Motricidade, segundo Carrion *et al.* (2007) é o grau de influência que uma variável tem sobre as demais.

<sup>6</sup> Dependência é o grau da influência das demais variáveis sobre uma determinada variável (CARRION *et al.*, 2007).

dependência. Basicamente os aspectos podem ser classificados em quatro grupos (CARRION *et al.*, 2007):

Alta motricidade e baixa dependência: são aspectos que têm forte influência sobre os demais, mas são pouco dependentes dos demais. Tais aspectos são, em geral do início do processo e seu controle é muito importante posto que têm forte influência entre as demais. Tais aspectos foram denominados Aspectos Fonte;

Baixa motricidade e alta dependência: são aspectos com pouco influência sobre os demais, mas que sofrem forte influência dos outros aspectos. Em geral são aspectos do fim do processo. Em geral são difíceis de se controlar. Tais aspectos foram denominados Aspectos Resultado.

Godet e Durance (2011), por sua vez, classificam as variáveis segundo cinco categorias:

- Variáveis de entrada: são aquelas com alta motricidade e baixa ou média dependência. Elas têm forte influência sobre as demais variáveis, mas apresentam pouca dependência em relação às demais. Elas explicam o sistema e condicionam a sua dinâmica, devendo, portanto, serem priorizadas para ações de controle;
- Variáveis de ligação: são aquelas com motricidade e dependência altas. São instáveis por natureza, e ações sobre as mesmas têm influência sobre todo o sistema, inclusive com retroação sobre elas próprias, visto seu grau elevado de dependência. Ações sobre estas variáveis modificam profundamente a dinâmica do sistema;
- Variáveis resultado: têm pouca influência, mas elevada dependência. Sua evolução se explica, primordialmente, das variáveis de entrada e de ligação;
- Variáveis do pelotão (clustered): são as que apresentam níveis intermediários de influência e dependência, o que não possibilita, a priori, identificar os seus papéis no sistema; e
- Variáveis excluídas: São as variáveis pouco influentes e baixa influência. Por serem praticamente independentes, podem ser excluídas da análise do sistema.

### 3.12 MODELOS DE GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA

KRZYWICKI e KEESEY (2011) afirmam que a Du Pont possui uma escala de avaliação de culturas de segurança que apresenta as características dos diferentes níveis de maturidade da cultura de segurança de uma organização.

Os conceitos e propostas apresentadas por KRZYWICKI e KEESEY (2011) podem ser percebidos como coerentes aos conceitos e práticas preconizadas pelo *Institute for Nuclear Power Operations* (INPO) e pela *U.S. Nuclear Regulatory Commission* (NRC).

Os aspectos pertinentes a cultura de segurança que devem ser avaliados e assegurados, segundo a CNEN (1997) são:

- Conscientização quanto a segurança deve prevalecer na organização;
- Observação das medidas para aumentar a segurança;
- Manutenção de documentação completa e atualizada;
- Não permitir a existência de excesso de confiança ou complacência;
- Buscar e avaliação da experiência operacional de outras usinas, a fim de obter lições para a operação da própria usina;
- Sistemáticamente avaliar a experiência operacional da própria usina e de outras usinas;
- Exame da experiência operacional para detectar tendências adversas à segurança ou seus sinais precursores;
- Investigação de eventos relacionados à segurança, a fim de determinar suas causas raiz e ações corretivas, de modo a evitar o surgimento de condições adversas à segurança ou sua repetição; e
- A manutenção de canais de comunicação com projetistas, fabricantes e outras organizações, a fim de obter retorno de experiência operacional, atualizações de modificações ou ajuda no caso de falhas de equipamentos ou eventos inesperados.

COLLINS (2012) afirma que “a confiança é a expectativa de desempenho futuro com base no desempenho passado”. Segundo esse autor a cultura de segurança está profundamente relacionada à confiança, se ela for abordada sob o ponto de vista do gerenciamento do comportamento humano. Nessa abordagem a segurança operacional

está fundamentada em três grupos de comportamentos profissionais de liderança: o comprometimento à excelência, o comprometimento à integridade e o comprometimento aos relacionamentos (COLLINS, 2012).

Com base nas definições anteriores COLLINS (2012) propõe uma equação da confiança seguir:

$$\text{Confiança} = [\text{excelência} + \text{integridade} + \text{relacionamentos}] / [\text{tempo}]$$

O significado da equação acima é que a confiança será o resultado do comportamento profissional (comportamentos de comprometimento à excelência, à integridade e aos relacionamentos) observado ao longo do tempo (COLLINS, 2012). A equação anterior demonstra que o comportamento profissional deve ser mantido ao longo do tempo, caso contrário o resultado, a confiança, diminui. Essa abordagem pode parecer uma simplificação excessiva, mas ela é um alerta que pode ser percebida como importante a todos que trabalham com segurança, pois evita que se desenvolva uma atitude complacente.

COOPER (2002a), coerentemente com a sua definição de cultura de segurança, aponta para a necessidade da organização observar os esforços que seus integrantes realizam para reduzir comportamentos de produção de riscos e aumentar os comportamentos de mitigação, adesão a procedimentos, de apoio e de comprometimento. A utilização de medidas dos resultados desses esforços oferece, na percepção de COOPER (2002a), outras vantagens, como possibilitar a intensidade da correlação entre a cultura de segurança medida e a taxa de incidentes, ou avaliar a eficácia de intervenções para melhorar o desempenho de segurança e determinar sua relação custo-benefício. O processo de gerenciamento da cultura de segurança proposto por COPPER (2002a) é apresentado na Figura 11.



Figura 11 – Modelo de processo de negócio de cultura de segurança com base no constructo de cultura de segurança

Fonte: Adaptado de COOPER (2002a).

A partir do seu modelo de cultura de segurança (COOPER, 2002a) desenvolveu um modelo voltado à mensuração dos componentes da cultura de segurança apresentado na Figura 12.

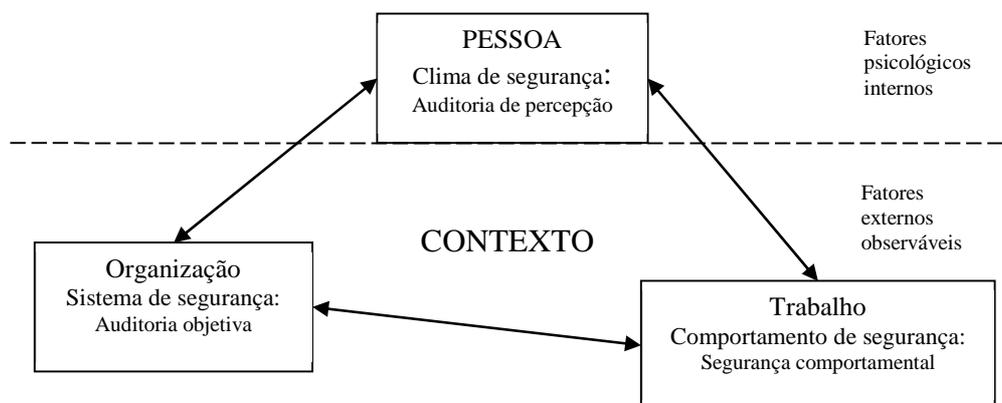


Figura 12 – Modelo para mensuração dos componentes da cultura de segurança  
Fonte: Adaptado de COOPER (2002a).

A avaliação da cultura de segurança, na abordagem proposta por COOPER (2002a), é feita usando perguntas correlacionadas dentro de cada um dos componentes da cultura de segurança. O comprometimento dos integrantes para com a segurança (verificada num questionário de percepção de cultura de segurança) é correlacionado ao orçamento destinado à segurança (verificada numa auditoria do sistema de segurança), e à efetiva observação dos procedimentos (verificada pela observação do trabalho).

A NUREG-2165 (NRC, 2014d) apresenta a relação de traços da cultura de segurança, elencando os atributos pertinentes a cada um e apresentando exemplos.

O processo de supervisão de reatores (*Reactor Oversight Process – ROP*) da NRC está descrito na NUREG-1649 Rev.5 (NRC, 2014c), é o programa daquela agência reguladora voltado para a inspeção, medida e avaliação do desempenho de segurança (*safety*) e proteção física (*security*) das usinas em operação comercial nos EUA, além de prover respostas a qualquer declínio nesse desempenho.

No Manual de Inspeção da NRC (2014a) está definido que o ROP monitora três áreas principais do desempenho de uma usina: Segurança do Reator; Segurança Radiológica; e Salvaguardas.

Cada uma das áreas acima é composta por uma série de aspectos que a NRC (2014b) definiu como sendo as pedras angulares (*cornerstones*) das respectivas áreas principais do desempenho.

Adicionalmente às pedras angulares, o ROP estabelece três áreas transversais - *crosscutting areas* (NRC, 2014b). Essas três áreas são: Desempenho humano;

Identificação e resolução de problemas; e Ambiente de trabalho com consciência de segurança.

O documento NUREG-2165, *Safety Culture Common Language* (NRC, 2014d), descreve os traços essenciais e atributos de uma cultura de segurança nuclear saudável. O INPO também publicou sua linguagem comum no documento INPO 12-012 *Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture* (INPO, 2013). Alguns atributos foram incorporados ao capítulo 0310 do Manual de Inspeção da NRC (2014b), a fim de estabelecer termos comuns à NRC e à indústria nuclear.

Para medir e avaliar os diversos aspectos que compõe o ROP, a NRC elaborou um Manual de Inspeções – *NRC Inspection Manual*, cujos anexos da série 95003.02 (NRC, 2011b) apresentam os requisitos e exemplificam como deve ser realizada a avaliação da cultura de segurança.

### 3.13 A INFLUÊNCIA DAS CULTURAS NACIONAIS SOBRE A CULTURA DE SEGURANÇA

CASEY *et al.* (2015) levantaram questões da influência das culturas nacionais sobre as culturas de segurança de organizações. Sua pesquisa consistiu em testar uma série de hipóteses pertinentes ao desempenho de segurança a partir da observação de grupos de trabalhadores originários de culturas nacionais com traços distintos.

CASEY *et al.* (2015) analisaram 562 casos com empregados de grandes empresas multinacionais de óleo e gás *offshore* operando no norte e oeste da Austrália. Os empregados foram divididos em dois grupos sob o ponto de vista de cultura. Um composto por norte-americanos e australianos foram considerados como representantes da cultura anglo. Os empregados filipinos, timorenses e indonésios foram considerados para representantes da cultura sul-asiática.

Das análises realizadas CASEY *et al.* (2015) concluem que as características culturais podem influenciar a percepção do clima de segurança de uma organização, assim como a forma com que essa percepção se relaciona com as variáveis de desempenho de segurança. Esses autores apontam que sua pesquisa direciona para a necessidade de se integrar as teorias e práticas de gerenciamento de segurança à cultura nacional.

### 3.14 AS PRÁTICAS DE SEGURANÇA NA MARINHA

#### 3.14.1 Segurança de Aviação na Marinha

Um setor da Marinha do Brasil que possui uma estrutura consolidada e atuante na área da segurança é a Segurança de Aviação.

As responsabilidades técnicas e gerenciais sobre a aviação na Marinha são da Diretoria de Aeronáutica da Marinha – DAerM. Dentre suas responsabilidades consta dirigir e executar as atividades pertinentes ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Marinha – SIPAAerM.

Os preceitos e organização do Segurança de Aviação da Marinha podem ser encontrados na publicação DGMM-3010 (Rev.3) Manual de Segurança de Aviação na Marinha do Brasil (DGMM, 2011a).

O propósito do Manual de Segurança de Aviação na Marinha (DGMM, 2011a) é regulamentar o Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Marinha (SIPAAerM) e estabelecer as normas e procedimentos gerais pertinentes ao gerenciamento da segurança de aviação na Marinha do Brasil, provendo orientação para as atividades de prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos.

Os pilares da segurança, segundo o Manual de Segurança de Aviação na Marinha (DGMM, 2011a) são:

- Compromisso da alta administração com o gerenciamento da segurança;
- Reporte efetivo de informação de segurança;
- Vigilância permanente através de sistemas que obtém, analisam e compartilham dados de segurança operacional das operações normais;
- Investigação dos eventos que afetam a segurança com o propósito de identificar as deficiências sistêmicas da segurança em vez de apontar culpados;
- Compartilhamento das lições de segurança aprendidas e das melhores práticas através de um ativo intercâmbio de informações de segurança;
- Integração do treinamento de segurança para o pessoal operacional;
- Implantação efetiva dos procedimentos operacionais padronizados, incluindo o uso de listas de verificação e briefings; e
- Melhoria contínua do nível geral da segurança.

O resultado da implantação destes pilares, segundo a DGMM (2011a), é a criação de uma cultura organizacional que favorece práticas seguras, fomenta a comunicação sobre segurança e gerencia ativamente a segurança com a mesma atenção dada aos resultados da gestão de outros setores.

A percepção do Manual de Segurança de Aviação da Marinha (DGMM, 2011a) é a de que a cultura de segurança é uma ferramenta que visa alcançar um objetivo claro que é pré-requisito para a gestão da segurança: o reporte efetivo de segurança. As condições para a existência de um sistema de reporte efetivo de segurança são:

- Informação: o conhecimento das pessoas sobre os fatores humanos, técnicos e organizacionais que influenciam a segurança operacional;
- Flexibilidade: A fim de fazer a informação chegar o mais rápido possível ao nível apropriado de decisão, as pessoas, ao se depararem com situações imprevistas, executam os procedimentos de reporte com comunicações diretas;
- Disposição: As pessoas estão predispostas a reportar seus erros e experiências;
- Aprendizagem: A competência das pessoas do sistema permite a extração de conclusões a partir das informações coletadas pelo sistema e há vontade de implantar as mudanças necessárias;
- Responsabilidade: Há meios para encorajar e recompensar as pessoas a prover informações essenciais sobre a segurança operacional.

O Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) deve começar na alta direção, mas deve levar a segurança a ser considerada em todos os níveis da organização. Suas características são (DGMM, 2011a):

- Ser sistêmico, ou seja, segue um plano pré-determinado e é aplicado de forma consistente em toda a organização;
- Ser proativo, enfatiza a identificação de perigos, a avaliação de riscos e seu controle e mitigação antes de que resultem em eventos adversos à segurança; e
- Ser explícito, pois todas as atividades são objeto de registro em documentos e são visíveis a todos na organização.

O SGSO estabelecido pelo Manual de Segurança da Aviação na Marinha (DGMM, 2011a) tem os seguintes componentes e elementos:

- Política e objetivos de segurança:
  - Responsabilidade e compromisso do Comando;
  - Responsabilidade de segurança dos gerentes;
  - Designação de pessoal chave de segurança;
  - Coordenação do Plano de Resposta a Emergências; e
  - Documentação.
  
- Gerenciamento do risco à segurança
  - Identificação dos perigos; e
  - Avaliação e mitigação do risco.
  
- Garantia da Segurança
  - Monitoração e medição do desempenho da segurança;
  - Gerenciamento da mudança; e
  - Aperfeiçoamento contínuo do SGSO.
  
- Promoção da segurança
  - Treinamento e educação; e
  - Comunicação de segurança.

O Relatório de Prevenção (RELPREV) é um documento preenchido de forma voluntária e anônima que qualquer pessoa pode empregar para relatar uma situação, condição, equipamentos ou qualquer outro aspecto que a pessoa tenha percebido como representando um perigo (DGMM, 2011a). O preenchimento deve ser o mais completo possível para possibilitar uma análise mais completa e profunda. Os RELPREV são analisados pelo Oficial de Segurança de Aviação, ou pelo responsável pela segurança de aviação da organização e submetidos ao comandante da organização. As recomendações oriundas das análises dos RELPREV devem ser de ampla divulgação. Quando os autores dos RELPREV tiverem voluntariamente se identificado eles devem ser informados das providências desencadeadas a partir de sua contribuição à segurança, a fim de incentivá-los a elaborar novos RELPREV. Os RELPREV devem ser analisados também de forma agregada, a fim de possibilitar a identificação de tendências, que fundamentem implantar programas específicos de prevenção (DGMM, 2011a).

### 3.14.2 Normas e procedimentos de Segurança no Comando da Esquadra

A fim de normatizar as atividades no âmbito do ComEmCh existem as Normas do Comando-em-Chefe da Esquadra, ou NORMESQ. Para padronizar os procedimentos operativos dos meios (navios, submarinos, aeronaves, entre outros) que compõe a Esquadra existe a Diretiva Permanente do ComEmCh, que não será abordada em detalhes nesta dissertação, por se tratar de um documento sigiloso, de acesso restrito.

No âmbito do ComEmCh foram identificados dois documentos ostensivos pertinentes à segurança: a NORMESQ 30-09B e a NORMESQ 40-07A.

A NORMESQ 40-07A tem como assunto a “Prevenção de acidentes em navios durante os Períodos de Manutenção” (COMEMCH, 2005) e estabelece uma listagem de precauções de segurança a serem observadas durante os períodos de manutenção, mas que também é utilizada nas atividades do dia-a-dia na Esquadra.

A NORMESQ 30-09B (COMEMCH, 2002) normatiza o procedimento pertinente aos relatórios de situação de perigo, ou RelSitPer, tendo como propósito reduzir a probabilidade de acidentes por intermédio da avaliação dos mesmo e disseminação dos ensinamentos obtidos. Os RelSitPer contribuem ainda para a aprimoramento contínuo dos procedimentos e técnicas, além de prover o levantamento estatístico das situações de perigo (COMEMCH, 2002).

Os RelSitPer, salienta a NORMES 30-09B (COMEMCH, 2002), não devem ser empregados para apuração de responsabilidade, mas para o compartilhamento de experiências e informações. Os relatórios elaborados devem ser encaminhados para análise no Comando da Força de Superfície, Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão - CAAML (responsável pelo adestramento das tripulações dos navios de superfície) e Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché – CIAMA (responsável pela instrução e adestramento de submarinistas), num prazo de até dez dias úteis. O CAAML e o CIAMA, como pertinente, analisarão os RelSitPer “à luz dos procedimentos e técnicas em vigor” (COMEMCH, 2002) para extrair os seguintes aspectos: Ensinamentos colhidos; Subsídios para o aperfeiçoamento dessas técnicas e procedimentos; Subsídios para o aperfeiçoamento da qualificação e adestramento do pessoal; Sugestão de otimização do emprego dos equipamentos e sistemas; e Recomendação de propostas de alteração da dotação de material do meio ou aperfeiçoamentos de sistemas, através de MODTEC (proposta de modificação técnica).

Após a análise, seguindo o que determina a NORMESQ 30-09B (COMEMCH, 2002), deverá ser elaborado, em um prazo de até quinze dias úteis, um relatório que disseminará os resultados ao Comando-em-Chefe da Esquadra, ao Comando de Força (de Superfície ou de Submarinos), a todos os esquadrões e navios ou submarinos que poderão se beneficiar das informações do relatório. Os relatórios considerados mais relevantes deverão ser publicados nos periódicos o Passadiço, publicado pelo CAAML, e Periscópio, publicado pelo CIAMA.

### **3.14.3 Normas e procedimentos de Segurança no Comando da Força de Submarinos da Marinha do Brasil**

No âmbito do Comando da Força de Submarinos (ComForS) a normatização das atividades é feita por intermédio das Normas do Comando da Força de Submarinos (NORSUB), e os procedimentos são normatizados por intermédio das COMFORSUB, ou procedimentos do Comando da Força de Submarinos.

Em complemento à NORMESQ 40-07A, apresentada no item 3.14.2, a NORSUB 40-35 tem como propósito “padronizar procedimentos de segurança e prevenir acidentes nos submarinos” (ComForS, 2008). O documento possui um conjunto de anexos com listas de verificação pertinentes ao controle das precauções de segurança, da qualificação de funções específicas pertinentes às precauções de segurança, e listas de verificação das precauções de segurança pertinentes às seguintes atividades comuns realizadas a bordo de submarinos.

Está preconizado na NORSUB 40-35 (ComForS, 2008) a implantação dos Livros de Ordens da Máquina, onde constam as informações pertinentes as condições de funcionamento e disponibilidade de equipamentos, alterações de *rig*<sup>7</sup>; avarias, além de outras informações importantes para a segurança do submarino.

Cada submarino deverá, de acordo com a NORSUB 40-35 (ComForS, 2008), implantar uma Comissão de Segurança e Prevenção de Acidentes – CSPA, formalmente nomeada, e com atribuições pertinentes, principalmente, relacionadas à coordenação e segurança de trabalhos realizados por integrantes de outras organizações a bordo do submarino.

---

<sup>7</sup> *Rig* é um termo de origem inglesa, que na tradição naval se refere a como estão configuradas as velas em um navio antigo. Na terminologia empregada nos submarinos da Marinha do Brasil o *rig* é a situação, ou alinhamento de um determinado equipamento ou sistema para uma condição específica.

A NORSUB 40-35 (ComForS, 2008) atribui aos tripulantes dos submarinos as responsabilidades específicas concernentes à prevenção de acidentes:

Na NORSUB 60-01B estão preconizadas as atividades pertinentes à avaliação do “grau de aprestamento do Setor de Socorro e Salvamento dos Submarinos da Marinha do Brasil” (ComForS, 2011a). Nessa norma estão listados todos os requisitos pertinentes aos equipamentos e sistemas empregados para o socorro e salvamento de submarinos.

Em atendimento ao preconizado no NORMESQ 30-09B (COMEMCH, 2002), a NORSUB 60-06 (ComForS, 2011b) estabelece o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes em Submarinos – SIPASB tem como finalidade: “compartilhar experiências e informações, não sendo, portanto, destinado à apuração de responsabilidades” (ComForS, 2011c).

A NORSUB 60-06 (ComForS, 2011b) preconiza que a responsabilidade de apurar e esclarecer as causas de situação de perigo ou acidente a bordo de um submarino é do seu Comandante ou dos homens envolvidos, excetuando-se os casos em que o Comandante da Força de Submarinos emitir determinação em contrário. Em todos os casos o Oficial de Segurança do Submarino deve acompanhar a investigação.

Segundo a NORSUB 60-06 (ComForS, 2011b), sempre que ocorrer um acidente ou incidente submarino, deverá ser elaborado um RelSitPer, a ser encaminhado ao Comandante Imediatamente Superior.

A CIPASB tem como atribuições discutir casos concretos e informações a respeito de situações de risco ou acidentes a bordo de submarinos, afim de verificar se a ocorrência foi esclarecida de modo satisfatório, possibilitando a formulação de recomendações de segurança ou alterações de procedimentos de modo a contribuir para a prevenção de acidentes em submarinos (ComForS, 2011b).

Os Oficiais de Segurança do Submarino são responsáveis por analisar os RelSitPer elaborados na sua organização, sugerir recomendações de segurança que são apresentadas ao Comandante do Navio para, a seguir, os encaminhar ao Presidente da CIPASB. Os Oficiais de Segurança do Submarino, preferencialmente, são os Chefes de Máquinas dos Submarinos (ComForS, 2011b).

No caso de um sinistro a NORSUB 60-09 (ComForS, 2011c) estabelece os procedimentos e atividades concernentes à sobrevivência da tripulação em um submarino. São estabelecidas as atribuições, responsabilidades e procedimentos necessários para que

se maximize o tempo de sobrevivência a bordo do submarino enquanto se aguarda o salvamento ou se procede ao abandono, dependendo da situação.

Para os testes de mergulho inicial e de mergulho a grande profundidade, segundo Belchior (2015), são seguidos procedimentos preconizados pela Diretoria de Engenharia Naval (DEN), que é o órgão técnico da Marinha responsável pela normatização, supervisão e orientação das atividades técnicas de engenharia naval, inclusive as pertinentes a submarinos. Também compete à DEN a realização de vistorias e inspeções técnicas nos meios navais, com a emissão dos laudos ou certificados pertinentes (DEN, 2015). Os reparos estruturais em submarinos, inclusive os pertinentes ao casco estanque, são normatizados pela DEN por intermédio de uma instrução específica (DEN, 2003).

BELCHIOR (2015) atesta que completado o teste de imersão a grande profundidade o AMRJ emite o certificado pertinente e o submarino pode retornar às suas atividades operativas.

### 3.15 AVALIAÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA

#### 3.15.1 Avaliação da cultura de segurança em organizações de alta confiabilidade (*high reliability organizations* – HRO)

FLEMING (2007) declara que a cultura de segurança de uma organização pode ser avaliada de forma subjetiva ou objetiva. A forma subjetiva se dá por intermédio de questionários de pesquisa de cultura de segurança. O seu caráter subjetivo decorre do fato de que os integrantes da organização preencherão o questionário de acordo com as suas percepções a respeito da segurança. A avaliação objetiva, por sua vez, é feita com base na observação de indicadores concretos como resultados de auditorias, relatórios de incidentes, investigações e acidentes e como se dá os treinamentos dos integrantes da organização.

FLEMING (2007) chegou ao seguinte conjunto validado de indicadores da cultura de segurança: Aprendizado organizacional; Envolvimento da força de trabalho; Treinamento; Avaliação do desempenho de segurança; Comunicação e Comprometimento com a segurança.

Os elementos apresentados podem ser empregados para a realização de auditorias por intermédio de listas de verificação.

### **3.15.2 Avaliação da cultura de segurança como instrumento de melhoria do sistema de gerenciamento da segurança no projeto de um sistema de gerenciamento de tráfego aéreo na Europa**

A realização de uma pesquisa de percepção da cultura de segurança pode, segundo afirmam GORDON e KIRWAN (2004), auxiliar na percepção de que a segurança é responsabilidade de todos, além de ser útil para identificar os pontos onde a alta administração deve concentrar seus esforços.

A Pesquisa de Cultura de Segurança aplicada por GORDON e KIRWAN (2004) consistiu de 21 elementos reunidos em 4 temas principais: Demonstração do gerenciamento; Planejamento e organização para a segurança; Comunicação, confiança e responsabilidade; Medição, auditoria e revisão.

GORDON e KIRWAN (2004) utilizaram o método de Pesquisa do diagrama de River como referência (*benchmark*) para a pesquisa (*survey*) de cultura de segurança. A conclusão foi a de que os dois métodos são convergentes, que há validade de conteúdo e extrínseca do *survey* de cultura de segurança. Também foi constatado que o *survey* de cultura de segurança pode ser utilizado como uma ferramenta na busca de estratégias de melhoria do sistema de gerenciamento da segurança (GORDON e KIRWAN, 2004).

### **3.15.3 Avaliação da cultura de segurança no contexto do *Reactor Oversight Process (ROP)* da *Nuclear Regulatory Commission***

O ROP, abordado na Seção 3.12 inclui entre as ferramentas que são aplicadas conforme as condições de segurança da usina, além de instrumentos para a avaliação da sua cultura de segurança. Esses instrumentos estão descritos na *Inspection Procedures 95002* e *95003* do *NRC Inspection Manual* (NRC, 2011c, 2011d). No anexo (*enclosure*) *95003.02-A* (NRC, 2011b) ao *Inspection Procedure 95003* (NRC, 2011d) é apresentado o modelo dos requisitos para auditoria dos componentes da Cultura de Segurança com base documental.

#### 4. ANÁLISE

Os atributos de culturas de segurança estabelecidos em diversos paradigmas utilizados em ramos de atividades onde a segurança é primordial foram comparados, a fim de se chegar a um conjunto que possa ser aplicado à cultura de segurança em submarinos com propulsão nuclear.

Foi realizada a análise do acidente que resultou na perda do submarino com propulsão nuclear norte-americano *Thresher* com o emprego dos métodos STAMP e FRAM. O acidente do *Thresher* foi escolhido para análise pois ele representa uma oportunidade para colher lições de uma situação onde houve uma mudança de paradigma tecnológico como o que está em curso no Marinha do Brasil, de modo a assegurar que o ocorrido com o *Thresher* não se repita. Nos dois casos temos a situação onde organizações com culturas organizacionais maduras se deparam com uma mudança drástica de paradigma tecnológico, com implicações muito significativas para a segurança.

Os métodos STAMP e FRAM foram selecionados para analisar o acidente do *Thresher* por serem métodos desenvolvidos para possibilitar a análise de sistemas sociotécnicos complexos com foco nos acidentes organizacionais. Inicialmente também foi considerado o emprego do método ACCIMAP (RASMUSSEN e SVEDUNG, 2000), mas os resultados obtidos não foram percebidos como adequados para o propósito pretendido.

O método STAMP e o FRAM se mostraram complementares, pois enquanto o primeiro possibilitou a identificação de problemas de definição de responsabilidades e controles sobre as atividades importantes para a segurança, o segundo permitiu identificar e avaliar a importância das relações entre as diversas funções do sistema, independentemente do responsável pela função. O emprego dos dois métodos em conjunto possibilitou a realização de uma análise abrangente.

Os resultados da análise do acidente do *Thresher* foram usados para verificar a validade de se aplicar as ferramentas típicas de outras atividades onde a segurança é primordial, em especial a indústria nuclear, em submarinos com propulsão nuclear, a fim de estabelecer ferramentas para o gerenciamento da cultura de segurança em submarinos com propulsão nuclear na Força de Submarinos da Marinha do Brasil.

Das análises do acidente do *Thresher* verificou-se a complexidade dos acoplamentos no sistema do submarino com propulsão nuclear. Acoplamentos que têm

implicações para a elaboração do modelo de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos nucleares e representa um diferencial em relação a instalações nucleares fixas. Verificou-se que o principal diferencial é o significado da preservação da integridade do envelope estanque para a segurança do submarino. Diferente de instalações nucleares fixas, onde o primordial é a segurança do reator, em submarinos com propulsão nuclear a integridade do envelope estanque pode ter prioridade sobre a integridade do núcleo do reator.

A cultura organizacional brasileira, da Marinha do Brasil e da ForS foram analisadas no que concerne à segurança. Os aspectos de segurança da Marinha do Brasil e da ForS foram analisados por intermédio dos documentos normativos pertinentes às práticas dedicadas à prevenção de acidentes, e aqueles onde se pode identificar os valores esposados pela organização.

A seguir foi verificado se o modelo de segurança em submarinos desenvolvido pela Marinha norte-americana, o SUBSAFE, era adequado para emprego na Marinha do Brasil e se ele apresentava aderência aos atributos de uma cultura de segurança nuclear.

Os resultados das observações foram comparados com os paradigmas contidos nos documentos de referência selecionados, que incluem: BERGERSEN (2003), *Workplace Press* (2006), GIL (2008a, 2008b), KRZYWICKI e KEESEY (2011), COOPER (2001, 2002a), FLEMING (2007), IAEA (2008), NEI (2009), INPO (2004, 2009, 2012), e MORROW e BARNES (2012). Os atributos de uma cultura de segurança elencados nas referências foram analisados à luz das particularidades da cultura organizacional pública brasileira e da cultura organizacional militar brasileira, afim de se estabelecer um conjunto de atributos de cultura de segurança a serem avaliados, qualitativa e quantitativamente.

Finalmente, foram propostos instrumentos para o gerenciamento da cultura de segurança em submarinos com propulsão nuclear que incluem: uma relação de atributos, perguntas para entrevistas, questionários e listas de auditoria exaustivas, além de outras ferramentas para o gerenciamento da cultura de segurança na ForS. Os instrumentos foram elaborados visando, principalmente, a simplicidade de aplicação e a busca da participação dos integrantes da ForS.

#### 4.1 COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA CULTURA DE SEGURANÇA

Da comparação entre os atributos, traços, características ou elementos dos modelos de cultura de segurança considerados, é possível constatar que há uma consistência entre os modelos, ainda que o grau de detalhamento de cada modelo seja diferente.

A comparação entre os elementos do modelo NUREG-2165 (NRC, 2014d) e o preconizado pela CNEN (1997) permite constatar que a CNEN, mesmo sem explicitar os componentes de uma cultura de segurança, requer o atendimento de requisitos que são consistentes com o modelo de cultura de segurança preconizado pela NRC.

De modo coerente ao que WIEGMANN *et al.* (2002) apontaram, foram percebidos aspectos comuns a todos os modelos de cultura de segurança. Aspectos esses que podem se prestar ao papel de indicadores, a saber: O comprometimento organizacional; O envolvimento gerencial; O empoderamento (*empowerment*) dos empregados; Um sistema de recompensas; e sistemas de reporte.

#### 4.2 ANÁLISE DO ACIDENTE DO *Thresher*

O acidente que culminou na perda do submarino com propulsão nuclear norte-americano *Thresher*, e com a morte das cento e vinte nove pessoas que se encontravam a bordo, foi analisado com o propósito de verificar os aspectos relevantes para a segurança em submarinos e validar a aplicação dos modelos empregados na avaliação da cultura para a elaboração de um modelo de gerenciamento da cultura de segurança a ser aplicado ao submarino brasileiro com propulsão nuclear.

##### 4.2.1 O acidente do *Thresher* sob a perspectiva STAMP

O modelo elaborado para a análise do acidente que levou à perda do *Thresher*, empregando o STAMP, consta do APÊNDICE A.

Observando-se a lista de ações de controle inseguras elaborada pelo emprego do STAMP no modelo proposto à luz das características de uma cultura de segurança positiva (NRC, 2014d; WANO, 2013), é possível identificar alguns pontos relevantes.

O primeiro é que as autoridades envolvidas no sistema não estavam comprometidas com a segurança. Cada autoridade estava focada nas suas próprias prioridades, pertinentes às suas próprias atribuições específicas. Não havia uma política clara ou diretrizes que preconizassem a segurança como prioridade primordial.

Uma série de determinações foram emitidas e cumpridas sem que se avaliasse as suas consequências para a segurança. Como exemplo, pode ser citada a substituição de membros da tripulação durante o período de reparos. Essa era a prática usual e que não havia, até então, trazido nenhuma consequência significativa. O *Naval Personnel Command* não tomou nenhuma medida extraordinária ou excepcional em relação à tripulação do *Thresher*, esse órgão de gestão de pessoal estava tão somente seguindo as normas e práticas usuais. O mesmo pode ser percebido em relação aos demais envolvidos. Não houve má fé ou falha decorrente de incompetência, negligência ou dolo. Todos agiram como era normal, mas o resultado não foi satisfatório.

Um segundo aspecto relevante é que, pelo que se pode perceber dos relatos sobre o acidente, não havia a percepção de que todos eram responsáveis pela segurança. Cada componente do sistema estava preocupado com as suas respectivas prioridades. Mesmo havendo padrões de qualidade a serem seguidos, eles foram desrespeitados, pois, ao que se percebe, violá-los não era percebido como algo sério. O desempenho dos componentes não foi coordenado e não houve preocupação com a segurança.

É possível perceber a falta de um ambiente com consciência de segurança. O Comandante do *Thresher* externou suas preocupações com as 456 discrepâncias identificadas nas provas de cais (DUNCAN, 1990), mas foi pressionado pelo estaleiro a não retardar a realização das provas de mar. Provavelmente o comandante não recebeu apoio para exigir condições mais seguras, pois o Comando da Força de Submarinos do Atlântico, a quem estava diretamente subordinado, também pressionava pelo retorno do submarino às operações.

As comunicações de segurança não foram efetivas ou mantiveram o foco na segurança. Os problemas nas juntas brasadas identificados pelo estaleiro não foram reportados ao *Bureau of Ships*, que também não buscou esta informação. No teste de mergulho, o navio de socorro de submarinos estava adivinhando o que estava acontecendo, pois não havia recebido a programação.

É possível considerar que não houve um processo de aprendizado contínuo voltado para assegurar a segurança. Seguidos eventos em outros submarinos, em especial relacionados a falhas em juntas brasadas em redes de água salgada (DUNCAN, 1990), não foram aproveitados para prover retorno de experiência operacional que possibilitasse melhorar a segurança no *Thresher*.

O processo de trabalho não parece ter sido planejado e implantado com a segurança em mente. A produtividade do estaleiro, e o rápido retorno do *Thresher* às operações, ao que tudo indica, prevaleceram sobre a segurança. O próprio teste de mergulho não aparenta ter sido objeto de um planejamento cuidadoso.

A falta de experiência dos tripulantes do *Thresher*, as pressões para que não ocorressem atrasos na conclusão do período de reparos, a própria cultura naval de disciplina e hierarquia podem ter inibido uma atitude questionadora. E mesmo que houvesse tal atitude, os indivíduos podem não ter encontrado um ambiente favorável para externar suas preocupações ou questionamentos.

Alguns pontos do relato dos eventos que levaram à perda do *Thresher* permitem considerar que não havia um processo de tomada de decisões com foco na segurança. A escolha do local do teste é um fato que sustenta este argumento.

É possível perceber que a segurança não foi um valor com prioridade elevada entre os envolvidos. A cultura naval de sacrifício da vida em prol da Pátria pode ter sido usada, de forma equivocada, como argumento para se reduzir a prioridade da segurança em favor de uma maior disponibilidade de meios para fazer frente à ameaça estratégica. O aumento da disponibilidade acabou não sendo obtido, pois a perda do *Thresher* reduziu a frota de submarinos nucleares norte-americanos. A redução da prioridade dada à segurança, portanto, acabou trazendo mais prejuízo que vantagens.

O fato de que o Comandante e o Chefe do Departamento da Produção do Estaleiro de *Portsmouth* sabiam dos problemas encontrados nas juntas brasadas de redes de água salgada, mas não comunicaram o fato ao *Bureau of Ships*, assim como o fato de que o *Bureau of Ships* não exigiu informações sobre essas juntas, demonstra a falta da percepção da responsabilidade pessoal (*accountability*) dos envolvidos pela segurança do *Thresher*. As pressões do Comandante do Estaleiro e do Comando da Força de Submarinos do Atlântico para que não houvesse atrasos no término do período de reparos também reforçam esta percepção. Ao que tudo indica, somente o Comandante do *Thresher* estava preocupado com a segurança do seu submarino e tripulação.

A noção de que acidentes são o resultado de controle inadequado sobre o desenvolvimento ou operação de um sistema é pertinente. Seguindo a abordagem STAMP, é possível perceber que os perigos capazes de levar a perdas não foram identificados de forma adequada. A pressão hidrostática a que o *Thresher* estaria sujeito

na sua profundidade de teste não foi avaliada de forma adequada, possivelmente por falha nos processos mentais e algoritmos de controle envolvidos, que podiam estar com uma percepção condicionada pela cultura organizacional. A percepção dos riscos pertinentes ao *Thresher* pode ter sido prejudicada pela pressão de se contar o quanto antes com meios capazes de fazer frente à ameaça soviética no contexto da Guerra Fria. A falta de tempo e a pressão por resultados pode ter levado as organizações envolvidas a aplicarem aqueles mecanismos ou heurísticas que HOLLNAGEL (2009) identificou como sendo exemplo do princípio ETTO. Ou seja, todos cumpriram suas obrigações e atribuições da melhor forma possível, tendo em vista o tempo e informações limitadas de que dispunham.

Do que se pôde perceber, não houve uma abordagem sistêmica que identificasse os riscos e estabelecesse as restrições e controle necessários para garantir a segurança do *Thresher*. Os problemas existiam e eram do conhecimento dos envolvidos, mas a cultura vigente não indicou ser necessário qualquer atitude diferente das que estavam sendo tomadas. Mesmo os alertas do Almirante Rickover (DUNCAN, 1990) não foram suficientes para que se questionassem as práticas, normas e procedimentos vigentes. A falta de um procedimento mais cuidadoso para a realização dos testes de mergulho demonstra a possível inadequação da percepção do risco.

O acidente do *Thresher* pode conduzir à percepção de que não havia um sistema, mas componentes isolados responsáveis por aspectos específicos do *Thresher*, mas sem que a segurança fosse atribuição explícita de ninguém, exceto do comandante do submarino. Comandante este que pode ser considerado como estando no *sharp end* do sistema. Se havia uma cultura de segurança, ela estava restrita ao *sharp end*, onde a capacidade de atuação e o alcance das ações era limitado. Não havia mecanismos de realimentação, sensores ou controladores, o processo controlado era responsável por sua própria segurança e não dispunha de meios ou informações suficientes para fazê-lo de modo efetivo.

#### 4.2.2 O acidente do *Thresher* sob a perspectiva FRAM

O modelo elaborado para a análise do acidente que levou à perda do *Thresher*, empregando o FRAM, consta do APÊNDICE B – **Análise do acidente do *Thresher* pelo FRAM.**

Aplicando o FRAM ao sistema sociotécnico pertinente aos eventos que levaram à perda do *Thresher* foram identificadas formas de controlar a variabilidade descontrolada

do desempenho, a fim de assegurar a segurança de submarinos com propulsão nuclear, que serão apresentadas mais adiante.

É pertinente apontar que não se propõe eliminar a variabilidade, mas assegurar que ela ocorra de forma controlada. Empregando o FRAM, é possível verificar que a variabilidade de algumas funções não foi suficiente. Portanto, o problema não foi ter havido variabilidade, mas o contrário. Um exemplo disso pode ser identificado na função responsável por prover códigos e padrões de engenharia que servissem para fundamentar as decisões de projeto e de qualificação. A cultura organizacional do *Bureau of Ships* não percebeu como sendo pertinente realizar a análise crítica da adequação dos códigos e padrões de engenharia para aplicação ao *Thresher*. No caso em tela, a variabilidade era necessária, e não houve controle que garantisse o seu desempenho adequado.

Pela comparação dos resultados obtidos pelo FRAM, com as características de uma cultura de segurança positiva, nas perspectivas do NUREG 2165 (NRC, 2014d) e da WANO (2013), é possível perceber que elas são válidas.

Os processos e atividades propostos pelo emprego do FRAM contribuirão para que se estabeleçam os valores e ações de liderança de segurança, promovendo o comprometimento com a segurança dos líderes dos diversos componentes organizacionais com atribuições sobre as funções que compõem o sistema. De forma semelhante, também haverá a promoção da responsabilização pessoal de todos os responsáveis pelas funções que compõem o sistema.

A realização de análises críticas periódicas e frequentes contribui muito para que as preocupações de segurança sejam externadas e ocorra uma comunicação de segurança efetiva, mas não as garante. Os indicadores podem contribuir para verificar se tais preocupações estão sendo adequadamente identificadas, comunicadas e tratadas. As auditorias também podem contribuir nesse sentido, mas não é possível assegurar que tais atividades ou processos garantam um ambiente adequado para que se externem e comuniquem as preocupações dos indivíduos com a segurança. É possível perceber, portanto, que o FRAM permite propor medidas para se buscar a segurança, mas elas devem ser complementadas por um gerenciamento efetivo da cultura de segurança no nível dos valores de segurança.

O aprendizado contínuo preconizado nas características de uma cultura de segurança positiva pode ser atendido pelos processos de análise de risco, análise crítica,

garantia da qualidade e auditorias. A atitude questionadora dos indivíduos será reforçada pelas análises críticas e emprego dos métodos de IV&V, que obrigam a fundamentação clara das opções de engenharia, procedimentos e decisões operacionais. Novamente, no entanto, é necessário que a cultura de segurança seja gerenciada no nível dos valores, pois a hierarquia e a disciplina podem prejudicar a livre manifestação dos indivíduos. O *ethos* militar de morrer pela Pátria pode ser equivocadamente percebido como um argumento válido para reprimir manifestações importantes para a segurança em nome da disciplina e hierarquia. A atitude questionadora não deve ser percebida como indisciplina, mas como oportunidade para os líderes reforçarem sua legitimidade pela fundamentação sólida e adequada de suas decisões com implicações para a segurança. Neste sentido, as atividades e processos propostos pelo emprego do FRAM podem contribuir para que exista na organização um processo de tomada de decisão bem fundamentado em análises de risco e abordagens abrangentes de todos os aspectos importantes para a segurança. A conjugação dos dois aspectos pode, assim, construir um ambiente de trabalho respeitoso onde os líderes exercem de forma clara e transparente a liderança para a segurança e os subordinados confiam e compreendem as implicações para a segurança das atividades que realizam.

O mérito percebido do uso do FRAM é permitir a identificação de funções que não estão necessariamente circunscritas a elementos organizacionais do sistema. A visão do sistema e sua dinâmica a partir de um modelo FRAM é bem abrangente e completa, possibilitando que se percebam as interfaces importantes para a segurança, e como elas interagem. Uma dificuldade percebida foi a complexidade e extensão do trabalho de análise do modelo FRAM. O modelo FRAM proposto para a análise dos eventos que levaram à perda do *Thresher* não pode ser considerado completo. Há aspectos cuja variabilidade poderia ter sido analisada, mas que foram considerados como funções de fundo. Um exemplo foi a função ‘Alocar mão de obra do estaleiro para os serviços do *Thresher*’. O relato dos eventos provido por DUNCAN (1990) permite perceber que, de fato, esta função apresentou variabilidade. O modelo proposto, em nome da objetividade e da limitação do tamanho da análise, ainda assim desconsiderou tal variabilidade. Há, portanto, um exemplo da aplicação do princípio ETTO (HOLLNAGEL, 2009) na própria elaboração deste modelo.

O emprego da ferramenta MICMAC (GODET e DURRANCE, 2011) foi necessário para simplificar a análise do modelo FRAM proposto.

As medidas de controle resultantes da análise do modelo FRAM proposto foram as seguintes:

- a. Realizar análise crítica periódica e frequente da adequação: de procedimentos; dos códigos e padrões de engenharia; do desempenho do submarino; do retorno de experiência; e da proficiência da tripulação.
- b. Estabelecer e acompanhar indicadores pertinentes a(o): atualização de procedimentos; atualizações do projeto; demandas de alteração ao projeto; retorno de experiência; capacitação e proficiência das tripulações; e rotatividade dos integrantes das tripulações.
- c. Realizar análises de riscos pertinentes a(os): procedimentos; operação e desempenho de equipamentos e sistemas do submarino; limites de operação; e condições de socorro e salvamento da tripulação.
- d. Deve haver um programa de garantia da qualidade aplicado: à manutenção da disponibilidade e funcionalidade dos sistemas e equipamentos de bordo; ao projeto, construção e reparo dos sistemas de bordo; à gestão do projeto; ao treinamento da tripulação; aos sistemas, integridade estrutural e equipamentos do submarino; e aos recursos de socorro da tripulação e salvamento do submarino em caso de acidente.
- e. Aplicar métodos formais de integração, verificação e validação –IV&V, a fim de fundamentar a seleção e prover a validação dos códigos e padrões de engenharia, e dos equipamentos, subsistemas, sistemas e submarino como um todo.
- f. Estabelecer processos formais para o gerenciamento: da seleção, capacitação, rotatividades e proficiência da tripulação.
- g. Estabelecer classificação de segurança, e aplicar medidas de segurança graduadas conforme a classificação atribuída aos equipamentos e sistemas do submarino.
- h. Estabelecer limites seguros de operação pertinentes a: atitude do navio; profundidade do navio; velocidade do navio; flutuabilidade do navio; condições da planta propulsora; integridade estrutural e de componentes do envelope estanque; estabilidade estática; e Condições de habitabilidade no interior do submarino.

- i. Realizar auditorias, a fim de verificar a conformidade com os requisitos de: operação segura do navio; proficiência da tripulação; desempenho do submarino; integridade estrutural do submarino; e integridade dos componentes do envelope estanque do submarino.

Empregando a ferramenta MICMAC para avaliar os níveis de influência (motricidade) e dependência das funções é possível ordená-las segundo estes critérios. Os fundamentos do FRAM não permitem considerar que uma função seja mais importante que outra, mas os níveis de motricidade e dependência identificados pela ferramenta MICMAC possibilitam a otimização da aplicação dos esforços de análise.

Empregando-se a ferramenta MICMAC com o auxílio do aplicativo MICMAC (GODET, 2004) foi possível identificar os níveis de influência e dependência direta e indireta<sup>8</sup> das funções do modelo proposto para o sistema correspondente aos eventos que levaram à perda do *Thresher*. As treze funções com maior influência são as apresentadas nas Tabelas 6 a 9. A motivo de terem sido listadas as treze funções mais influentes é estar em conformidade com o princípio de Pareto (JURAN, 2011).

Tabela 6 – Treze funções com maior nível de influência direta

		Função
Posição no ordenamento de nível de influência direta	1	Operar o <i>Thresher</i>
	2	Estabelecer as normas e procedimentos de condução e operação
	3	Realizar o retorno de experiência em projeto, construção e reparo de submarinos nucleares
	4	Manter disponíveis e funcionais os sistemas e equipamentos de bordo
	5	Autorizar a obtenção do <i>Thresher</i>
	6	Elaborar planejamento estratégico
	7	Capacitar e treinar a tripulação na operação dos sistemas de bordo
	8	Prover códigos e padrões de engenharia
	9	Disponibilizar energia
	10	Estabelecer legislação
	11	Controlar o cronograma do período de reparos
	12	Controlar a profundidade
	13	Determinar a posição do navio no meio líquido

<sup>8</sup> A influência e dependência indiretas de uma função correspondem à situação da função quando o sistema atingir o seu estado estável, em regime permanente.

Tabela 7 – Treze funções com maior nível de influência indireta

		Função
Posição no ordenamento de nível de influência indireta	1	Estabelecer as normas e procedimentos de condução e operação
	2	Operar o <i>Thresher</i>
	3	Realizar o retorno de experiência em projeto, construção e reparo de submarinos nucleares
	4	Manter disponíveis e funcionais os sistemas e equipamentos de bordo
	5	Prover códigos e padrões de engenharia
	6	Controlar a profundidade
	7	Disponibilizar energia
	8	Avaliar o desempenho do submarino
	9	Elaborar planejamento estratégico
	10	Capacitar e treinar a tripulação na operação dos sistemas de bordo
	11	Propelir o navio
	12	Estabelecer o ciclo de operação do <i>Thresher</i>
	13	Autorizar a obtenção do <i>Thresher</i>

Tabela 8 – Treze funções com maior nível de dependência direta

		Função
Posição no ordenamento de nível de dependência direta	1	Projetar o submarino
	2	Disponibilizar sistemas e equipamentos funcionais
	3	Operar o <i>Thresher</i>
	4	Contratar o reparo do submarino
	5	Realizar o controle da qualidade
	6	Avaliar adequação do projeto
	7	Controlar a flutuabilidade
	8	Disponibilizar energia
	9	Produzir potência térmica
	10	Navegar
	11	Preservar as condições de habitabilidade
	12	Avaliar segurança do submarino
	13	Manter disponíveis e funcionais os sistemas e equipamentos de bordo

Tabela 9 – Treze funções com maior nível de dependência indireta

		Função
Posição no ordenamento de nível de dependência indireta	1	Disponibilizar energia
	2	Navegar
	3	Operar o <i>Thresher</i>
	4	Avaliar segurança do submarino
	5	Produzir potência térmica
	6	Manter disponíveis e funcionais os sistemas e equipamentos de bordo
	7	Preservar as condições de habitabilidade
	8	Realizar comunicações bilaterais entre o submarino e o navio de socorro de submarinos
	9	Avaliar a segurança da tripulação
	10	Possibilitar o socorro e salvamento
	11	Controlar a flutuabilidade
	12	Controlar os lemes horizontais
	13	Propelir o navio

Sob o ponto de vista da ressonância funcional pode ser considerado que quanto maior a motricidade, maior a possibilidade da variabilidade da função se propagar para outras funções do sistema. Por outro lado, quanto maior a dependência, mais sensível será a função à variabilidade de outras funções do sistema.

A função operar o *Thresher* apresenta alta motricidade e dependência, tanto direta como indireta. Isso aponta o elevado nível de acoplamento desta função no sistema e como ela provê realimentação. Tal fato indica que esta função deverá ser cuidadosamente acompanhada e controlada.

A função estabelecer as normas e procedimentos de condução e operação apresenta elevada motricidade, tanto direta como indireta. Sua dependência, no entanto, não é significativa. Tal fato aponta a importância de que seja efetuada a validação das normas e procedimentos de operação, pois se esta entrada do sistema for inadequada, sua variabilidade impactará o sistema de forma significativa. Da motricidade indireta elevada se pode concluir que a adequabilidade das normas e procedimentos devem ser continuamente criticados, revalidados ou atualizados.

A função realizar retorno de experiência também representa uma função com motricidade relativa direta e indireta elevadas. Esse fato aponta para a importância de que se aproveite a experiência operacional de meios análogos desde o projeto, mas também durante toda o ciclo de vida do submarino.

Outra função que tem motricidade e dependências relativas elevadas é a de Manter disponíveis e funcionais os sistemas e equipamentos de bordo. Essa tarefa compete à tripulação e fornece um caminho de realimentação no sistema. Variabilidades no desempenho desta função tanto influenciam como são influenciadas pelo resto do sistema. Tal fato aponta para a importância do desempenho desta função ser controlado e acompanhado.

A função capacitar e treinar a tripulação na operação dos sistemas de bordo é outra que está entre as funções com motricidade relativa direta e indireta elevada, mas não tem está entre as funções com dependência significativa. Tal fato indica que esta função tem comportamento de entrada do sistema. Assim, para assegurar a segurança do submarino, é importante garantir que o desempenho da função seja adequado e sua variabilidade controlada.

A função prover códigos e padrões de engenharia também está entre as funções com motricidade relativa direta e indireta elevada, mas não tem dependência significativa. Tal fato aponta esta função como representativa de uma entrada do sistema. Assim, visando assegurar a segurança do submarino, é mister garantir que o desempenho da função seja adequado e sua variabilidade controlada.

Outra função que tem um comportamento semelhante às duas anteriores é a função controlar a profundidade. Esse caso aponta para o papel central que o controle da profundidade tem para impedir que o perigo representado pela pressão hidrostática possa atuar sobre a estrutura do casco resistente comprometendo a sua integridade. Fica clara a importância de se manter o desempenho desta função dentro dos limites prescritos.

Disponibilizar energia é outra função que tem motricidade relativa, direta e indireta significativas, além de apresentar dependência direta e indireta relativas dentre as mais elevadas. Tais características apontam como a função tem elevado acoplamento e, ainda que tenha um nível elevado de dependência, influencia significativamente outras funções. Tal comportamento não é surpreendente, tendo em vista a dependência de muitos equipamentos da distribuição de energia, mas também a dependência dos circuitos de controle do reator da disponibilidade de energia. Estes fatos indicam a importância de fontes redundância de fontes de energia elétrica para sistemas vitais, em especial os de controle e segurança do reator.

As funções que têm elevada dependência relativa direta e indireta, mas não estão entre aquelas com motricidade significativa, estão relacionadas às saídas do sistema. Acompanhar estas funções por intermédio de indicadores é importante para verificar se o desempenho do sistema está dentro dos limites desejados.

#### 4.3 COMPLEXIDADE E ACOPLAMENTOS EM UM SUBMARINO COM PROPULSÃO NUCLEAR

Por intermédio das análises do acidente que culminou na perda do *Thresher* foi possível identificar a complexidade e os acoplamentos de um submarino com propulsão nuclear. PERROW (1999) identifica um acoplamento característico de navio em geral: o comandante, pois sua autoridade é absoluta, incontestável. Portanto, um eventual erro seu pode não ser verificado por outros.

O sistema que o comandante gerencia no que concerne a segurança pode não se limitar ao seu próprio navio, mas pode, ocasionalmente, expandir-se para incluir outros

navios que podem representar um perigo, condições atmosféricas ou hidrográficas, entre outros (PERROW, 1999). No caso de um submarino, o mesmo meio que lhe proporciona ocultação dificulta a interação com outros elementos que podem vir a ser incorporados ao sistema sob a responsabilidade do comandante.

Já ocorreram colisões de submarinos com navios de superfície, outros submarinos e o fundo do mar (TINGLE, 2009). Um submarino tem capacidade de detecção dos obstáculos que o circundam, mas para manter a sua presença oculta de potenciais inimigos, ele não pode empregá-los livremente. De fato, sua navegação segura depende principalmente de sistemas sofisticados de navegação inercial que estimam com significativo grau de precisão a sua posição. Um submarino convencional é obrigado a vir à superfície a intervalos regulares para aspirar o ar atmosférico e assim poder empregar seus motores diesel para acionar os geradores necessários para recarregar as baterias que alimentam o motor elétrico que, por sua vez, propela o submarino (GABLER, 1991). Quando o submarino convencional vem à superfície, aproveita para atualizar sua posição, anulando os eventuais erros do sistema de navegação inercial. Submarinos nucleares, por sua vez, não vêm à superfície. Pelo contrário, a fim de se ocultarem o máximo, buscam profundidades maiores onde detectá-lo é mais difícil. Um submarino nuclear pode passar períodos prolongados sem contar com nenhum outro recurso de navegação senão o sistema de navegação inercial. Os sistemas de navegação inercial, por mais sofisticados e precisos que sejam, têm erros que se acumulam com o passar do tempo. O resultado é que um submarino nuclear navegando mergulhado não sabe exatamente onde está, mas ocupa um volume imaginário que corresponde às posições onde ele pode estar, como consequência dos erros do sistema de navegação inercial. Essas características foram apresentadas para que se possa avaliar o grau da complexidade do sistema do submarino e da sua interação com o seu meio.

Os principais carregamentos entre os grandes sistemas de um submarino nuclear foram identificados por Guimarães (1999). Esses carregamentos correspondem aos perigos que devem ser controlados, a fim de garantir a segurança do submarino. De todos os perigos, endógenos e exógenos, pode ser considerado que aquele que distingue o submarino nuclear de sistemas semelhantes, como, por exemplo, navios de superfície com propulsão nuclear, ou usinas nucleares, é a pressão hidrostática da água do mar na profundidade em que o submarino opera. Mesmo que não existam acoplamentos funcionais, conexões, ou qualquer outro tipo de relação, todos os sistemas de um

submarino, nuclear, ou não, têm um modo de falha comum: a falha do casco resistente, ou seja, a perda de integridade do envelope estanque. Uma falha do reator nuclear, mesmo catastrófica, pode ser tratada, mas uma falha catastrófica do casco resistente é definitiva. Esse fato corrobora a ênfase dada à garantia da estanqueidade pela marinha norte-americana e que fundamenta o programa SUBSAFE. A integridade do envelope estanque do submarino é, portanto, vital, e deve ser um aspecto para a segurança do submarino. Portanto, além do reconhecimento de que a propulsão nuclear, como toda atividade nuclear, deve ser reconhecida como especial e única (NRC, 2014a), é fundamental que a integridade do envelope estanque também receba atenção especial, fato que deve estar refletido na estrutura da cultura de segurança do submarino.

#### 4.4 ASPECTOS ORGANIZACIONAIS RELEVANTES À SEGURANÇA

##### 4.4.1 Características da cultura organizacional brasileira

PIRES e MACÊDO (2006) apresentam uma avaliação da cultura organizacional brasileira que é coerente com a avaliação do *Hofstede Center* e apontam características das organizações públicas brasileiras particularmente adversas no que tange ao estabelecimento de uma cultura de segurança positiva, com apresentado nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Relação entre as características da cultura organizacional pública brasileira e o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva

Características da cultura organizacional pública brasileira	Efeito sobre o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva
Estruturas complexas com múltiplos níveis hierárquicos	A identificação das responsabilidades e atribuições sobre a segurança dificultada. Possibilidade de existência de omissões ou responsabilidades que não estão atribuídas a nenhum elemento organizacional.
Grande controle de movimentação do pessoal e distribuição de posições segundo uma lógica alinhada a interesses políticos.	A designação de pessoas sem a competência ou capacitação necessária pode ter sérias implicações para a segurança.
Alto grau de estabilidade	Pode contribuir para uma atitude complacente e prejudicar a aprendizado organizacional.
Patrimonialismo (o bem público é gerido de forma a subordinar-se aos interesses pessoais)	Se o sistema de avaliação e de recompensas não enfatizar a segurança a busca dos interesses pessoais poderão comprometer seriamente a segurança.
Burocratismo	Estruturas burocratizadas podem dificultar a comunicações de segurança, o aprendizado organizacional e a melhoria contínua. O burocratismo também pode prejudicar o comprometimento de todos com a segurança, pois cada integrante está preocupado com os requisitos do seu elemento organizacional particular, sem dar atenção a requisitos ou impactos sistêmicos.

Fonte: Elaborado a partir de PIRES e MACÊDO (2006).

Tabela 11 – Relação entre as características da cultura organizacional pública brasileira e o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva (continuação)

Características da cultura organizacional pública brasileira	Efeito sobre o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva
Corporativismo	O corporativismo é uma expressão do coletivismo que pode ser um obstáculo para um sistema efetivo de relato de condições inseguras. Temeroso da reação do grupo, um integrante da organização pode relutar em reportar condições inseguras.
Interferência política externa à organização	Os requisitos exógenos podem não estar alinhados com a segurança, ou criarem conflitos que são percebidos pelos integrantes como demonstração da pouca importância da segurança.
Autoritarismo centralizado	O autoritarismo pode levar o responsável pela organização a não considerar a assessoria ou preocupações relativas à segurança dos seus subordinados. As decisões importantes para a segurança podem deixar de serem tomadas com fundamentos técnicos e avaliações de risco e passarem a refletir tão somente a opinião da autoridade máxima da organização.
Paternalismo (a estrutura de relações pessoais se sobrepõe à meritocracia)	A elevação de pessoas sem mérito a posições onde elas devem tomar decisões importantes sobre a segurança pode dar aos integrantes da organização a percepção de que a segurança não é levada a sério na organização, tratando-se apenas de retórica.
Aversão ao empreendedorismo	A segurança deve ser continuamente perseguida em um processo de melhoria contínua, fundamentado na autocritica constante e no aprendizado organizacional, processos que são obstaculizados em uma organização com aversão ao empreendedorismo.
Descontinuidade da gestão	A segurança é um processo constante que requer vigilância contínua e manutenção de pessoal capacitado e competente. Hiatos nesses processos podem ter impactos na segurança.
Reformismo de projetos de curto prazo	Os processos pertinentes a uma cultura de segurança positiva não podem ser impostos de cima para baixo, mas envolvem o convencimento e conscientização de todos. Projetos de curto prazo podem ser percebidos como retórica vazia e demonstração de que a segurança não é tratada com a seriedade necessária. Outro aspecto é que projetos de curto prazo tornados prioritários pela alta administração podem reduzir os recursos destinados à segurança.
Amadorismo	Implica em decisões fundamentadas em percepções erradas ou incompletas tomadas sem um processo sistêmico. Combinado com o autoritarismo centralizado pode criar condições inseguras.

Fonte: Elaborado a partir de PIRES e MACÊDO (2006).

#### 4.4.2 Estrutura organizacional militar-naval

A estrutura organizacional da Marinha do Brasil distribui as responsabilidades e atribuições agrupadas segundo critérios técnicos, geográficos e operacionais. Cada elemento organizacional tem suas atribuições e responsabilidades específicas, e deve atender a requisitos específicos. A segurança, com exceção dos elementos organizacionais com atribuições sobre a segurança de aviação, não pôde ser identificada como responsabilidade central de nenhum elemento organizacional específico. Contudo, o princípio do compromisso entre a efetividade e a meticulosidade (HOLLNAGEL, 2009), se aplicado a organizações, pode indicar a importância da existência de elementos organizacionais que estejam preocupados com a segurança de uma forma global, a fim de evitar que resultados inesperados ou indesejáveis possam ocorrer. Portanto, assumindo a

perspectiva da Segurança II, os acoplamentos entre as diversas funções organizacionais pertinentes à segurança em submarinos precisam ser analisados, monitorados e, ocasionalmente, submetidos a intervenções para evitar condições inseguras ou desfechos indesejáveis. Cada elemento organizacional da estrutura com atribuições sobre submarinos pode estar executando as tarefas que lhe cabe dentro do desempenho aceitável de cada um, mas a variabilidade nesses desempenhos pode se combinar em uma situação de ressonância funcional (HOLLNAGEL, 2012), levando a desfechos imprevistos, indesejáveis ou fora de escala.

É mister, por conseguinte, que todos os elementos organizacionais sejam integrados em um sistema de gerenciamento da cultura de segurança. Desse modo as variabilidades de desempenho e seus acoplamentos podem ser identificados e seus efeitos controlados de forma a assegurar condições seguras e os desfechos pretendidos. Todos os níveis e entes organizacionais devem ter uma visão integrada da segurança do SN-BR, que deve ser abordada de forma sistêmica.

Os critérios de avaliação aplicados ao pessoal da Marinha (DGPM, 2012), não explicitam aspectos pertinentes à segurança, exceto no que tange à utilização das precauções de segurança por parte dos praças (pessoal de nível técnico). A avaliação dos oficiais não inclui nenhum critério cujo foco explícito seja a segurança. Os atributos de um líder na visão da Marinha do Brasil (EMA, 2013), ainda que incluam vários aspectos relevantes para a cultura de segurança, também não fazem nenhuma menção explícita à segurança.

Os fundamentos formais da cultura militar-naval, apresentados no item 3.6.1 , incluem alguns elementos que, ao menos em uma análise inicial, ser percebidos como conflitantes com os traços de uma cultura de segurança positiva. O culto às tradições, por exemplo, pode implicar em um excessivo conservadorismo e aversão à mudança. A definição formal da disciplina, um dos fundamentos da ética militar, como sendo “a rigorosa observância e o acatamento integral das leis, regulamentos normas e disposições” (BRASIL, 1983), e a tipificação como contravenção disciplinar de censura a atos de superior também podem ser considerados como obstáculos importantes à atitude questionadora necessária a uma cultura de segurança positiva.

Mas os fundamentos formais da cultura organizacional militar-naval não são todos conflitantes com uma cultura de segurança positiva. Pelo contrário, a disciplina contribui

para que a conformidade aos procedimentos instruções, contribuindo para a segurança. A lealdade, o apreço à verdade, o profissionalismo, o aprimoramento técnico profissional, o comprometimento, o espírito de corpo, o respeito da dignidade da pessoa, a justiça e imparcialidade são atributos necessários a uma cultura de segurança positiva. O sistema de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos, assim sendo, deverá buscar explorar as características da cultura organizacional militar-naval que estão alinhadas com o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva. Ao mesmo tempo, tal sistema deverá contornar ou resolver os conflitos aparentes entre alguns dos fundamentos formais da cultura organizacional militar-naval e o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva. O *SUBSAFE* pode ser percebido como um paradigma para o estabelecimento de um sistema de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos aplicável ao submarino com propulsão nuclear brasileiro.

A cultura organizacional brasileira, segundo a análise proposta pelo HOFSTEDE CENTRE (2015), apresenta um grau relativamente baixo de individualismo. As conclusões de CASEY *et al.* (2015), apontam a tendência de indivíduos pertencentes a culturas nacionais com baixo grau de individualismo, terem a tendência de ser refratários a reportar condições inseguras.

Na profissão militar, como pode ser observado nos valores da ética militar elencados, e nos critérios de avaliação dos militares da Marinha, há um esforço institucional em se estabelecer fortes laços de união entre membros dos grupos sociais. O extremo da predominância dos interesses do grupo sobre os do indivíduo pode ser constatado no juramento à bandeira proferido pelos militares no ato formal de sua incorporação à organização militar. Espera-se que o militar sacrifique a própria vida em prol da coletividade (EMA, 2013). É justo afirmar-se que a cultura ideal da organização militar busca reduzir o individualismo no sentido empregado pelo HOFSTEDE CENTRE (2015), por conseguinte pode ser considerado que a organização militar é coletivista. Pode-se esperar, portanto, que as metas grupais se sobreponham às individuais. Essa consideração pode ser reforçada pelo que AGULHON *et al.* (2014) afirmam a respeito da tendência de indivíduos autoritários valorizarem a conformidade social em detrimento da autonomia. Se for considerado que a organização militar tem como base a disciplina e hierarquia (BRASIL, 1988), o que implica na existência de autoridades, é possível considerar que militares têm a tendência de valorizar a conformidade social. As próprias vestes dos militares, denominada uniforme, reforçam tal percepção. A conclusão da

pesquisa realizada por D'ARAÚJO *et al.* (2002) e repetida por CAMPOS *et al.* (2004) apontam que os próprios militares se percebem como coletivistas.

Em comunidades coesas, onde o interesse grupal é preponderante, como acontece no ambiente militar naval, e em especial nas tripulações de submarinos, essa característica pode ser ainda mais acentuada. As tripulações de submarinos tendem a ser grupos sociais muito coesos e com um forte senso de comunidade. Há rituais de inclusão no grupo como o batizado dos que mergulham pela primeira vez em um submarino. Pelo ritual do batizado o recém-chegado aos domínios submarinos é recebido na comunidade dos submarinistas e recebe um nome de peixe. A coesão e o senso de comunidade das tripulações dos submarinos podem ser explicados pelos seguintes fatos: o ambiente físico de confinamento do submarino; a percepção de que todos estão constantemente expostos ao perigo; o treinamento que enfatiza o trabalho em equipe; os longos períodos de isolamento durante as operações; dentre outros aspectos.

O coletivismo característico da instituição militar brasileira apresenta um obstáculo peculiar a uma cultura de segurança, a questão da responsabilização pessoal. O próprio idioma português reflete a dificuldade do brasileiro em esposar de modo pleno o conceito do termo *accountability*. Não há um termo no vernáculo que traduza com fidelidade o termo *accountability*. A responsabilização pessoal é uma aproximação. Outra alternativa poderia ser o termo jurídico imputabilidade. Mas o fato do português não ter um termo para expressar o conceito da *accountability* pode indicar que este conceito não é prioritário para a cultura brasileira. Optou-se por traduzir o termo *accountability* como responsabilidade pessoal. Na organização militar a disciplina e hierarquia tendem a atenuar a responsabilidade pessoal, pois todos estão seguindo ordens ou determinações emanadas pelas autoridades competentes. Mesmo o comandante do navio, está sujeito aos regulamentos, normas e procedimentos. Ao se inserir na cultura militar, o indivíduo se torna uma pessoa que abdica de parcela significativa de sua liberdade, mas também alivia sua carga de responsabilidade. Tal situação pode dificultar que os indivíduos assumam sua responsabilidade pessoal sobre aspectos importantes para a segurança. Ao considerar que seus superiores sabem o que estão fazendo e que suas ordens não devem ser questionadas, um militar pode deixar de contribuir para evitar uma situação potencialmente perigosa. No caso do *Thresher*, não há nos relatos informações de que alguém tenha questionado o perigo representado pela realização do teste de mergulho em um local onde a profundidade excedia muita a profundidade de colapso do casco do

submarino, condenando a tripulação à morte em caso de problemas no teste. A responsabilização pessoal necessária à segurança precisa ser conciliada com a disciplina e hierarquia.

A conciliação entre a responsabilização pessoal e a disciplina e hierarquia pode ser percebida como tendo sido resolvida na cultura de segurança de aviação. Os pilares da segurança relacionados no Manual de Segurança de Aviação da Marinha (DGMM, 2011a) incluem o relato efetivo de informação de segurança. O mesmo documento informa que uma das condições necessárias para um sistema efetivo de relato de segurança é a disposição das pessoas em relatar seus erros e experiências. É possível que o fato dos pilotos atuarem sozinhos (no caso dos aviões de caça) ou em pequenas tripulações (no caso dos helicópteros) contribua para que o conceito da responsabilidade pessoal pela segurança seja mais forte. As consequências de atos ou condições inseguras podem ser diretas e imediatas, estimulando a indivíduo a assumir efetivamente a responsabilidade pessoal pela segurança.

Em submarinos, que têm tripulações pequenas se comparados com outros navios, mas cuja tripulação é muito maior que a de uma aeronave, há condições para que o coletivismo contribua para a diluição da responsabilização pessoal como resultado da disciplina e hierarquia.

Outro aspecto da cultura militar-naval no que concerne a segurança é que não há menção explícita da segurança como valor basilar. A ideia de que o militar deve ser corajoso e estar disposto a sacrificar a própria vida se necessário pode levar à percepção de que a segurança não é importante na instituição militar. Tal percepção pode ser reforçada pelos conceitos discutidos em DIXON (1994), que busca explicar como características culturais da instituição militar podem levar a situações onde líderes militares competentes apresentam comportamentos incompetentes, e que resultam em fracassos militares. É possível perceber-se um paralelo entre os acidentes organizacionais e como as características da instituição militar levaram líderes a terem desempenho que pode ser caracterizado como incompetente. Basicamente, as situações de incompetência militar decorrem de situações análogas às que levam a acidentes organizacionais. Tal analogia indica que a instituição militar tem características que podem ser prejudiciais à segurança e ao estabelecimento de uma cultura de segurança adequada ao submarino com propulsão nuclear. Mas a conciliação é possível, como demonstra a experiência bem-

sucedida da segurança de aviação na Marinha do Brasil e o sucesso do SUBSAFE na Marinha norte-americana.

#### 4.5 O SUBSAFE COMO PARADIGMA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL

Na descrição feita por LEVESON (2011) do *SUBSAFE*, é possível identificar a existência de uma comunidade *SUBSAFE*. Segundo LEVESON (2011), há, inclusive expressões típicas dessa comunidade, como a “*Trust everybody, but check up*”.

Dentre os elementos aglutinadores que LEVESON (2011) enumera como garantidores da base que sustenta o *SUBSAFE* está a tutoria cultural. Ou seja, é possível identificar-se a existência de um processo controlado de mudança e gerenciamento de uma cultura de segurança. Até o advento do *SUBSAFE*, a cultura de segurança em submarinos da marinha norte-americana estava fundamentada nas experiências, práticas e tecnologias dos submarinos convencionais. A adoção da propulsão nuclear, de novos materiais (aço HY-80) e técnicas de engenharia naval (casco em forma de gota) confrontaram a cultura de segurança então existente na marinha norte-americana gerando uma crise. Tal crise poderia ter deflagrado um processo como o apontado por LARAIA (2001), onde se perde a crença no sistema de valores e o grupo social se torna apático. As lideranças da marinha norte-americana tomaram as rédeas do processo e deliberadamente estabeleceram um conjunto de valores novos, ou aperfeiçoados, em substituição aos que existiam anteriormente. A reação à crise, que LARAIA (2001) aponta como a alternativa à apatia: o etnocentrismo, foi aproveitado para se criar uma nova comunidade – a comunidade *SUBSAFE*.

O *SUBSAFE* foi projetado e implantado no contexto cultural da marinha norte-americana, que, obviamente, está inserido no contexto da cultura organizacional norte-americana. Porém, ainda que inserida no contexto cultural norte-americano, o *SUBSAFE* está inserido em um contexto cultural militar. As instituições militares ocidentais têm fundamentos culturais comuns (LINHARES, 2004). A Marinha do Brasil, desde a Segunda Guerra Mundial tem sofrido forte influência norte-americana e emprega procedimentos e normas operativas da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). Por conseguinte, mesmo tendo sido elaborado no contexto da cultura norte-americana, o *SUBSAFE* pode ser adaptado para o contexto da Marinha do Brasil sem que se incorra em um “ato primário de etnocentrismo” (LARAIA, 2011). Essa percepção pode ser corroborada pela constatação de que os princípios culturais do *SUBSAFE* são

coerentes com os pilares da cultura de segurança de aviação da Marinha do Brasil (DGMM, 2011a).

O *SUBSAFE* leva em consideração a característica coletivista da organização militar-naval em geral, e dos submarinos em particular. Os valores da comunidade *SUBSAFE* enfatizam a responsabilidade e comprometimento de todos com o bem da comunidade. A estrita obediência às leis, normas e regulamentos permite gerar a tensão construtiva (LEVESON, 2011) entre os poderes da estrutura do *SUBSAFE* sem engendrar conflitos hierárquicos. Ao colocar a atitude questionadora e a autocrítica como atividades que devem ser realizadas em um esforço de equipe, as questões pertinentes à precedência hierárquica são atenuadas.

A sistemática da certificação empregada no *SUBSAFE*, fundamentada em evidências tangíveis da qualidade, corresponde à prática preconizada na garantia da qualidade e está alinhada com o que preconizam as normas de segurança nuclear brasileiras (CNEN, 2000).

Um aspecto pertinente à análise em tela é o compartilhamento das responsabilidades sobre a segurança estabelecida no *SUBSAFE*. Tal característica, combinada com o processo de auditorias, evita os efeitos deletérios do autoritarismo centralizado da cultura militar-naval. Nenhum ator pode, isoladamente, tomar decisões importantes para a segurança sem a concordância dos outros atores com responsabilidades, competências e autoridades específicas. Portanto, nenhum ator é soberano e detém autoridade absoluta sobre a segurança.

#### 4.6 VALORES PERCEBIDOS NA CULTURA ORGANIZACIONAL MILITAR-NAVAL COM IMPLICAÇÕES PARA A SEGURANÇA

##### 4.6.1 No Estatuto dos Militares e na Doutrina de Liderança da Marinha

Observando-se as manifestações essenciais do valor militar preconizadas no Estatuto dos Militares (BRASIL, 1980) e os preceitos da ética militar, é possível perceber que não há menção explícita da segurança como valor. Há, no entanto a expressão do dever do militar de sacrificar a própria vida em prol da Pátria. Esse dever é compreensível, tendo em vista a atividade bélica onde o militar em combate está exposto à ação do inimigo. O mesmo documento preconiza como valor essencial do militar o aprimoramento técnico profissional, e como preceitos da ética militar: o amor à verdade e a responsabilidade; o exercício das funções com autoridade, eficiência e probidade; o

estrito cumprimento das leis, regulamentos, instruções e ordens; e o zelo pelo preparo moral, intelectual e físico próprio e dos seus subordinados. Tais valores e preceitos podem ser considerados como alinhados com os componentes de uma cultura de segurança positiva na perspectiva da WANO (2013) e da NRC (2014d).

A Doutrina de Liderança da Marinha (EMA, 2013) destaca a importância do aprendizado contínuo para o exercício efetivo da liderança. O caráter coletivista da cultura militar-naval pode ser percebido na própria definição de liderança cujo propósito é levar os membros da organização a agirem, voluntariamente, em prol dos objetivos da organização (EMA, 2013). A tarefa do líder de doutrinar seus liderados é mencionada explicitamente, reforçando o seu papel de incorporar os seus liderados à cultura militar-naval, inculcando-lhes os valores, costumes e práticas do grupo social. A Doutrina de Liderança da Marinha (EMA, 2013) preconiza que os valores e crenças considerados vitais para a Marinha devem ter preponderância sobre outros valores como o dinheiro, poder e satisfação pessoal. Tal preceito conflita com a percepção de AGULHON *et al* (2014), onde a segurança (no sentido de conformidade às normas e procedimentos) tem como metaconceito a injunção. A submissão do indivíduo aos valores da organização, como pretendido pela Doutrina de Liderança da Marinha (EMA, 2013), é, possivelmente, uma meta difícil de se atingir. Na prática, o indivíduo estará avaliando as vantagens e desvantagens da conformidade ao paradigma da organização. Quando as desvantagens forem percebidas como mais significativas pode haver a situação em que não se tenha a coincidência entre a tarefa e a atividade como definidas por LEPLAT e HOC (1983).

Como argumenta HOLLNAGEL (2009a), há situações em que a não conformidade é necessária para que os objetivos sejam atendidos, obrigando o indivíduo a realizar ajustes aproximados no seu desempenho. É fundamental, portanto, que os objetivos e valores maiores da organização sejam claramente definidos e explicitamente declarados e reforçados. O indivíduo deve confiar que os objetivos da organização estão alinhados com os seus interesses, ainda que indiretos. A posição defendida por COLLINS (2012), onde a segurança organizacional deve estar fundamentada no comprometimento à excelência, à integridade, e aos relacionamentos, pode ser, assim, percebida como em sintonia com o preconizado na Doutrina de Liderança da Marinha (EMA, 2013). É importante mencionar que, na abordagem proposta por COLLINS (2012), o tempo é fator primordial para o estabelecimento de confiança. Reforça-se assim a importância de se minimizar a rotatividade das tripulações dos submarinos com propulsão nuclear.

Outro ponto da Doutrina de Liderança da Marinha (EMA, 2013) que pode ser percebido como em alinhamento com os componentes de uma cultura de segurança nuclear como preconizado pela WANO (2013) e pela NRC (2014d) é o que preconiza que o líder deve conhecer suas capacidades, características e limitações, além de não atribuir aos seus subordinados falhas ou restrições. Este preceito pode ser percebido como reforço à responsabilização pessoal (*accountability*), ao estabelecimento de um ambiente de trabalho respeitoso, e com consciência de segurança (*safety conscious work environment*). Os atributos do líder, segundo o EMA (2013), reforçam tal percepção.

#### 4.6.2 Nos critérios de avaliação de pessoal da Marinha

Oficiais, em geral, exercem funções de gerência ou direção (comando), e têm por responsabilidade emitir as ordens e diretrizes para as unidades organizacionais pelos quais são responsáveis. Estas unidades organizacionais podem ser divisões com pouco mais de uma dúzia de subordinados até o órgão de direção geral da Marinha. No início da carreira os oficiais estão próximos do que HOLLNAGEL (2009) denominou de *sharp end* mas, conforme avançam na hierarquia, se deslocam para o *blunt end*. Não foi possível identificar aspectos relacionados explicitamente à segurança nos critérios de avaliação dos oficiais. Indiretamente, o senso de responsabilidade, o senso de justiça e o caráter e o espírito de cooperação (DGPM, 2012) são critérios que contribuem para uma cultura de segurança positiva. O fato da falta de senso de lealdade e de coragem moral serem penalizadas (DGPM, 2012) também contribui para o estabelecimento de uma cultura de segurança positiva. Dentre os atributos que compõem o conceito profissional (DGPM, 2012) não foi possível perceber critérios que explicitassem a segurança como um valor primordial da organização. Os dados de carreira do oficial valoram dados que correspondem a indicadores da experiência operacional do indivíduo, que é um predicado que pode ser percebido como importante para a segurança.

Os praças (marinheiros, cabos, sargentos e suboficiais) correspondem a níveis executivos, operacionais, de supervisão e de gerência direta. Suas atividades podem ser consideradas como representando o que HOLLNAGEL (2009) denominou de *sharp end*.

Nos critérios de avaliação dos praças (DGPM, 2012) é possível perceber-se a valoração da conformidade e obediência. Há, porém, alguns critérios que podem ser percebidos como conflitantes com a segurança, como, por exemplo: improvisar na solução de problemas; resistir fisicamente ao cansaço; adaptar-se aos diferentes tipos e

situações de trabalho e às condições desfavoráveis; e executar, em curto espaço de tempo, grande quantidade de trabalho (DGPM, 2012).

Os critérios listados acima são perfeitamente compreensíveis em situações de combate, onde avarias infligidas pela ação do inimigo podem criar condições extremas. Tendo em vista a necessidade dos militares estarem preparados para enfrentar situações de combate, é razoável esperar que seus treinamentos busquem simular as condições extremas que poderão ser enfrentadas em combate. Tal procedimento pode ser considerado aderente a uma abordagem determinística da segurança, onde uma situação que pode vir a ocorrer deverá ser contemplada com medidas de controle e mitigação de suas consequências. Fora de situações de treinamento, porém, não é razoável esperar que o militar desempenhe suas funções sem as condições necessárias para assegurar a segurança, incluindo recursos, tempo, procedimentos, condições fisiológicas e psicológicas. No dia a dia das atividades de manutenção e operação dos sistemas, é fundamental que os líderes (o *blunt end*) assegurem aos seus subordinados (o *sharp end*) as condições necessárias para garantir a consecução dos objetivos de segurança. Tal postura deverá estar clara e ser constantemente demonstrada pelos líderes, a fim de que os subordinados possam neles confiar e percebam que os seus interesses pessoais, especialmente a sua integridade física, estão alinhados com os objetivos da organização. A percepção da existência desse alinhamento contribuirá para a conformidade e reforçará a coesão do grupo e a segurança, como argumentaram AGULHON *et al* (2014).

Nos parâmetros para avaliação de praças há uma menção explícita à segurança: “Utilizar-se das precauções de segurança.” (DGPM, 2012). Este parâmetro pode ser percebido como limitado e restrito às atividades da *sharp end* do sistema.

Não foi possível perceber um alinhamento claro e explícito dos componentes de uma cultura de segurança positiva e os valores e ética militares preconizados no Estatuto dos Militares (BRASIL, 1980), as orientações contidas na Doutrina de Liderança da Marinha (EMA, 2013), ou os critérios de avaliação dos militares (DGPM, 2012). Ainda que os valores e a ética militar sejam fatores de força para se estabelecer uma cultura de segurança positiva, os valores centrais explícitos da instituição militar são a disciplina e a hierarquia. Disciplina e hierarquia que podem ser percebidos, em determinadas circunstâncias, como conflitantes com uma cultura de segurança positiva. A fim de resolver tal conflito é mister que a instituição manifeste de forma clara e explícita o seu comprometimento com a segurança. Além do compromisso claro e explícito com a

segurança, a cultura organizacional deverá deixar claro os motivos do seu comprometimento com a segurança. Dessa forma o militar manifestará sua disciplina e respeito à hierarquia pelo seu comprometimento com a segurança. O aparente conflito entre a segurança e os riscos inerentes à atividade militar pode ser conciliado considerando-se a importância de se manter uma força naval com o mais elevado nível possível de disponibilidade e efetividade. Assim, à semelhança do que Paul O'Neill, CEO da Alcoa, fez naquela empresa<sup>9</sup> (DUHIGG, 2012), a segurança deve ser priorizada e a produtividade será uma consequência. A produtividade, no caso das forças navais, pode ser entendida como se manter os meios com a máxima efetividade e disponibilidade possíveis.

## 4.7 AS PRÁTICAS DE SEGURANÇA DA MARINHA

### 4.7.1 Segurança de aviação

Na Marinha do Brasil há um órgão distinto dos responsáveis pelas operações de aviação: O Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – SIPAAerM (DGMM, 2011a). Este órgão é exclusivamente dedicado à segurança de aviação e está em um nível hierárquico que garante que a prioridade adequada seja dada às questões de segurança em relação às questões operativas. O Manual de Segurança de Aviação da Marinha claramente preconiza a responsabilidade dos líderes pela segurança de aviação e exige que todo comandante de organização militar onde sejam realizadas atividades com implicações para a segurança de aviação elabore uma Política de Segurança Operacional formalizada no Plano de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – PPA (DGMM, 2011a). Há um sistema de gerenciamento da segurança operacional que preconiza metas de desempenho e procedimentos para o gerenciamento do risco. O Manual de Segurança de Aviação da Marinha (DGMM, 2011a) determina o emprego de ferramentas reativas, proativas e preditivas, a fim de que a segurança seja assegurada e potenciais riscos sejam identificados antes que se configurem. É possível, portanto, perceber uma abordagem coerente com o que HOLLNAGEL chamou de Segurança II (HOLLNAGEL, 2014), onde o foco não é a prevenção de acidentes, mas a garantia de que os eventos ocorram como planejado e o desempenho dos diversos componentes dos sistemas envolvidos esteja dentro dos parâmetros aceitáveis. Os pilares da segurança de

---

<sup>9</sup> Paul O'Neill, ao assumir o cargo de CEO da Alcoa, priorizou a segurança acima de todos os outros valores organizacionais. O resultado foi que a empresa, antes em uma situação de lucros decrescentes, voltou a ser uma das líderes mundiais no seu setor, graças aos aumentos na produtividade resultantes da melhoria contínua a segurança (DUHIGG, 2012).

aviação (DGMM, 2011a) podem ser correlacionados aos componentes do modelo de uma cultura de segurança nuclear positiva do WANO (2013) e da NRC (2014d). O conceito da Garantia da Segurança preconizado no Manual de Segurança de Aviação da Marinha (DGMM, 2011a) pode ser percebido como pertinente à proposta em estudo. A garantia da segurança, segundo aquele manual, é obtida por intermédio do monitoramento e medição do desempenho de segurança; do gerenciamento da mudança; e do aperfeiçoamento contínuo do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional.

Os componentes e elementos do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (DGMM, 2011a), permitem verificar as semelhanças entre as práticas de segurança de aviação da Marinha e aquelas de segurança nuclear (NRC, 2014d).

O custo e a complexidade de uma aeronave são muito menores que os de um submarino nuclear. A duração das missões e o número de tripulantes também são muito menores em aeronaves. Portanto, é razoável que os componentes e elementos da cultura de segurança de aviação sejam mais simples. De fato, é possível perceber que a cultura de segurança de aviação da Marinha não apresenta uma abordagem sistêmica que englobe todo o sistema sociotécnico. O seu escopo, pelo que foi possível perceber pela análise dos documentos selecionados, está limitado a aspectos operacionais, e ao próprio setor da aviação. Não se percebem aspectos pertinentes aos níveis mais elevados do sistema sociotécnico como os três primeiros níveis da abordagem do Accimap (RASMUSSEN e SVEDUNG, 2000): 1-Governo, Política e Orçamento; 2- Corpo regulador; e 3- Gerenciamento, planejamento e orçamento. Esse fato pode ser decorrente do grau de maturidade da cultura de segurança de aviação, não só na Marinha, mas no mundo. Há extensos programas de compartilhamento de retorno de experiência operacional. De certa forma, a maturidade do sistema pode ter lhe conferido alguma independência dos três níveis mais elevados do sistema sociotécnico.

#### **4.7.2 Segurança na Esquadra**

As práticas de segurança em vigor na Esquadra são concentradas em medidas preventivas pertinentes às atividades típicas realizadas a bordo dos seus meios operativos. Há todo um conjunto de listas de verificação e precauções que devem ser observadas. Também há práticas voltadas à prevenção de acidentes por intermédio de relatórios de situação de perigo – RelSitPer (COMEMCH, 2002). Os RelSitPer, segundo esse documento, servem para o compartilhamento de experiência e informações, além de

levantamento estatístico de situações de perigo. A análise dos RelSitPer é feita por pessoal do Comando da Força de Superfície, do Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão – CAAML e Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché – CIAMA. Esta análise é feita “à luz dos procedimentos e técnicas em vigor” (COMENCH, 2002), mas não há menção de que técnicas são essas e nem qual a qualificação do pessoal responsável por realizar a análise. Ao que tudo indica, a análise é realizada de forma empírica com fundamento na experiência do pessoal incumbido de realizá-la.

Observando-se as normas pertinentes à segurança no Comando da Esquadra se percebe uma postura reativa. Não foi percebida a existência de um órgão dedicado ao gerenciamento contínuo da segurança. A própria cultura de segurança da Esquadra, no que foi possível verificar, carece de fundamentos explícitos e formais como uma política de segurança, diretrizes de segurança e metodologia para o seu gerenciamento.

#### **4.7.3 Segurança na Força de Submarinos**

A Força de Submarinos, como consequência do nível de exigência de segurança da operação de submarinos, possui uma base normativa pertinente à segurança mais extensa que a da Esquadra. É possível perceber um sistema de gerenciamento de segurança dedicado a prevenir acidentes e obter retorno de experiência de situações de perigo. Particularmente a NORSUB 60-06 (COMFORS, 2011b), descreve o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes em Submarinos (SIPASB). A NORSUB 40-35 (COMFORS, 2008) preconiza a existência de uma Comissão de Segurança e Prevenção de Acidentes – CSPA, em cada submarino.

O Sistema de gerenciamento da segurança existente na Força de Submarinos da Marinha do Brasil tem apresentado resultados satisfatórios nos cem anos em que a Marinha do Brasil vem operando submarinos, como pode ser constatado pelo baixo número de acidentes graves. Porém, o advento do submarino com propulsão nuclear representará uma mudança de paradigma tecnológico que imporá à Força de Submarinos demandas de segurança mais rigorosas que as atuais.

No sistema de gerenciamento da segurança existente na Força de Submarinos da Marinha do Brasil, não foi possível verificar a existência de um órgão ou unidade organizacional exclusivamente dedicado à segurança. O SIPASB e as CSPA são compostos por pessoas que deles participam como função colateral, pois elas têm outras

atribuições principais. Este fato permite a percepção de que a segurança é colateral. A Comissão de Investigação e Prevenção de Acidentes em Submarinos – CIPASB (COMFORS, 2011b) é composta e presidida por membros da própria Força de Submarinos, o que pode prejudicar a isenção das investigações de segurança como resultado de conflito de interesses. Outro aspecto relevante é que não há requisitos de qualificação dos membros da CIPASB com relação a técnicas e análise de segurança. Ainda que a CIPASB seja formada por pessoal experiente e qualificado nas respectivas atribuições, eles não são qualificados em análise de segurança.

Observando-se as atribuições do Comando da Força e Submarinos formalizadas na declaração de sua missão (COMFORS, 2015), não é possível identificar a segurança como prioridade. É razoável supor que a segurança, é sim, uma preocupação do Comando da Força de Submarinos. Manter integridade das pessoas e meios colocados sob a responsabilidade do Comando da Força de Submarinos é uma forma de cumprir os preceitos contidos no Regulamento Disciplinar da Marinha (BRASIL, 1983) e no Estatuto dos Militares (BRASIL, 1980). Ainda assim, importância da segurança não é explicitada, e sua prioridade não é claramente estabelecida na missão do Comando da Força de Submarinos. A atribuição de garantir o aprestamento dos meios que lhe são subordinados pode ser percebido como sendo diretamente relacionado à segurança. Um meio que teve sua funcionalidade comprometida por um acidente, ou um tripulante que teve a integridade física ou psicológica prejudicada não pode ser considerado como aprestado. Ainda que seja possível se fazer esta ilação, para que se tenha um gerenciamento efetivo da cultura de segurança é necessário que ela seja claramente declarada como um valor basilar da organização. Sem o estabelecimento claro e explícito da segurança como valor não é possível determinar os indicadores e parâmetros necessários para o gerenciamento da cultura de segurança.

As responsabilidades explicitadas na missão do Comando da Força de Submarinos (COMFORS, 2015) apontam que são atribuições dessa organização o estabelecimento de normas e procedimentos, supervisão das atividades técnicas pertinentes a submarinos e colaborar para o estabelecimento das doutrinas pertinentes.

A Base Almirante Castro e Silva é responsável pelo apoio e serviços de manutenção e reparos de submarinos (BACS, 2015). No propósito de sua missão é possível perceber uma referência indireta à segurança, pois, à semelhança do Comando da Força de Submarinos, o que se busca é o aprestamento dos submarinos.

O Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché tem funções pertinentes à capacitação do pessoal que realiza atividades nos submarinos (CIAMA, 2015). Nas suas atribuições, não foram identificados aspectos diretamente relacionados à segurança.

O Comando da Força de Submarinos e as organizações a ela subordinadas têm atribuições sobre praticamente todas as atividades que devem ser gerenciadas de modo a se assegurar a operação segura de submarinos. Este fato pode dar origem a uma dificuldade em se assegurar a segurança de submarinos. Aspectos operacionais, de manutenção, ou de capacitação podem, em determinadas situações, receber prioridade acima da segurança. Essa possibilidade não está em conformidade com o que a WANO (2013) e a NRC (NRC, 2014d) preconizam para uma cultura de segurança adequada às atividades nucleares.

Em entrevistas realizadas com pessoas experientes na operação de submarinos e no funcionamento do SIPASB foi possível perceber que as análises dos relatórios de situação de perigo – RelSitPer, podem não ter a profundidade adequada. Em parte, esse fato pode decorrer de uma abordagem realizada nos moldes do que HOLLNAGEL chamou de Segurança I (HOLLNAGEL, 2014). O foco das análises realizadas foi em identificar causas raízes geralmente relacionadas com o erro humano. Não foi possível identificar abordagens sistêmicas e metodologicamente consistentes, mas tão somente análises empíricas, que podem não ter capturado todos os aspectos relevantes para assegurar a segurança em um nível compatível com a demanda de um submarino com propulsão nuclear.

A condução dos equipamentos e operação de sistemas a bordo de submarinos são feitas seguindo procedimentos padronizados e detalhados chamados *rigs* (DO AMPARO, 2015), já mencionados no item 3.14.3 . Os *rigs* em conjunto com as normas citadas anteriormente representam os fundamentos formais da operação segura do submarino. Não foi, porém, identificado um método formal de análise crítica dos *rigs* ou dos procedimentos de segurança que não aquele pertinente aos relatórios de situação de perigo – RelSitPer. Também foi verificado que os *rigs* não são os mesmos em todos os submarinos, havendo diferenças implantadas pelas tripulações de cada submarino (SEGUNDO, 2015).

A norma do Comando da Força de Submarinos NORSUB 60-06 (COMFORS, 2011b) aborda acidentes em submarinos. Não estão incluídas entre as condições que caracterizam um acidente submarino lesões auto infligidas ou infligidas por terceiros. Tal exclusão, no caso de submarinos com propulsão nuclear, pode não ser adequada, pois exclui do escopo das preocupações com a segurança de fatores psicológicos, que outras organizações onde a segurança é primordial consideram importantes.

A Diretoria de Engenharia Naval é o órgão com responsabilidade pela normatização, supervisão e orientação das atividades técnicas de engenharia naval, inclusive aquelas pertinentes a submarinos (DEN, 2013). Cabe a esse mesmo órgão avaliar a qualidade de serviços técnicos realizados em submarinos, em especial reparos estruturais (DEN, 2003). Os reparos de grande monta, denominados de terceiro escalão, são realizados no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, sob orientação e supervisão da Diretoria de Engenharia da Marinha e acompanhamento da tripulação do submarino e do Comando da Força de Submarinos. Após o término do período de reparos, que culmina na realização do teste de mergulho inicial e do teste de imersão a grande profundidade, não há novos testes que verifiquem ou assegurem a integridade do envelope estanque do submarino ao longo do seu período de operação (BELCHIOR, 2015).

Segundo informações obtidas junto a submarinistas (oficiais e praças) a entrada de água do mar no interior do envelope estanque de submarinos não é um evento raro, e suas consequências, por via de regra, não são sérias, e são controladas ou mitigadas pela tripulação do submarino empregando os procedimentos de emergência em vigor.

A situação existente na Marinha do Brasil com relação à segurança em submarinos pode ser percebida como semelhante à que existia na Marinha norte-americana quando da perda do *Thresher*. Com uma diferença: a Marinha norte-americana contava com uma cultura de segurança nuclear razoavelmente madura.

#### 4.8 LIÇÕES DA PERDA DO *Thresher* PARA A MARINHA DO BRASIL

O *Thresher* não foi o primeiro submarino com propulsão nuclear da Marinha dos EUA, mas ele foi o primeiro submarino nuclear de ataque concebido para aproveitar ao máximo o potencial das novas tecnologias de propulsão nuclear, metalurgia e hidrodinâmica disponíveis à época. Seu projeto foi feito com o propósito explícito de fazer frente à ameaça estratégica dos submarinos com propulsão nuclear da Marinha soviética, cujo desempenho era percebido como um desafio aos submarinos norte-

americanos em operação. A corrida armamentista com os soviéticos pode ter levado os norte-americanos a projetar e construir o *Thresher* sem antes fazer um protótipo que validasse as soluções de engenharia adotadas, assim como possibilitasse a crítica e adequação de normas e procedimentos de segurança. Como havia advertido o Almirante Rickover (DUNCAN, 1990), as práticas tradicionais empregadas para os componentes convencionais não atendiam aos padrões requeridos pela propulsão nuclear. A experiência dos engenheiros do programa de reatores nucleares de Rickover havia sido a de que os problemas de qualidade eram fruto da falha do gerenciamento em fazer cumprir padrões exigidos (DUNCAN, 1990). Os padrões e códigos de engenharia também precisavam melhorar e se tornarem mais rigorosos. No seu testemunho perante os investigadores Rickover afirmou que a perda da *Thresher* não podia ser vista como o resultado de falhas técnicas ou materiais, mas da filosofia de projeto, construção e inspeção de navios, pois no em prol de avanços os fundamentos da boa engenharia podem ter sido abandonados (DUNCAN, 1990).

O SN-BR está sendo projetado com o apoio da empresa francesa DCNS, que é experiente no projeto, construção e reparos de submarinos com propulsão nuclear. Em paralelo, a Marinha do Brasil tem buscado aproximar-se das outras marinhas que operam submarinos com propulsão nuclear, a fim de buscar aproveitar a experiência operacional na operação segura desses submarinos. Ainda assim, o SN-BR representa uma mudança de paradigma para a Marinha do Brasil ainda maior do que o *Thresher* representou para a Marinha norte-americana. É importante, portanto, buscar no acidente do *Thresher* o máximo de lições para que o SN-BR possa ter assegurada a sua operação segura.

A primeira lição que é possível depreender do acidente do *Thresher* é a necessidade de se identificar e gerenciar todo o sistema sociotécnico pertinente ao projeto, construção, comissionamento, operação, manutenção e descomissionamento do SN-BR. Para que isso seja possível é necessário que se designe formal e explicitamente os atores responsáveis pelas diversas funções ou subsistemas pertinentes à operação segura do SN-BR, pois, como afirmou o Almirante Rickover “A não ser que você possa apontar o dedo à pessoa que é responsável quando algo dá errado, você nunca teve alguém realmente responsável” (RICKOVER, 1961 apud BOWNAM, 2003).

Também é importante realizar-se a análise crítica dos procedimentos de condução ou operação de equipamentos e sistemas, os ditos *rigs*, a fim de garantir a segurança do

submarino como um todo. No acidente do *Thresher* o procedimento de desligar o reator pode ter contribuído para a perda do navio, pois, sem propulsão, o submarino pode não ter sido capaz de retornar à superfície em segurança. A segurança do submarino e do reator, como expôs GUIMARÃES (1999), são inter-relacionadas.

Outra lição importante é a necessidade de se gerenciar de maneira sistemática e metódica a cultura de segurança em submarinos, em especial os com propulsão nuclear. É importante reconhecer que estes meios navais são especiais e impõem requisitos de segurança que não tem paralelo em uma marinha, seja ela a norte-americana ou a brasileira. Os tripulantes, o próprio submarino, o meio ambiente e a população em geral podem vir a sofrer consequências significativas no caso de um acidente em um submarino com propulsão nuclear. Além desse fato, o investimento e aspectos estratégicos também devem ser considerados.

A fim de estabelecer um sistema de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos adequada ao advento do submarino com propulsão nuclear, é necessário que se estabeleça uma organização com atribuições específicas de segurança. Não é razoável adotar-se uma postura reativa e esperar um evento que obrigue a adoção de um sistema, como aconteceu com o SUBSAFE. Sun Tzu afirma que a vitória perfeita é aquela obtida sem que seja necessário combater (SUN e SUN, 2002). Pensando em termos de segurança, é possível entender a mensagem do sábio chinês como uma exortação à abordagem da Segurança II indicada por HOLLNAGEL (2014). A vitória perfeita sobre os acidentes é não precisar mitigá-los. Adotando uma postura proativa, prospectiva e de melhoria contínua, será possível garantir um desempenho dentro dos parâmetros seguros ao invés de evitar acidentes. No *Thresher* é possível perceber uma organização que agiu de forma reativa e lenta. Os indícios de que condições inseguras existiam estavam presentes, mas podem não ter sido identificados. Se foram identificados, não foram traduzidos em ações que garantissem a segurança do submarino. Possivelmente, por falta de uma prioridade adequada da segurança ou por pressões para que se cumprisse a missão, não importando mais nada. A perda de um submarino e sua tripulação, no entanto, impede que ele cumpra qualquer missão, em definitivo.

É pertinente, portanto, considerar importante estruturar um sistema de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos, a fim de assegurar que o SN-BR possa ser projetado, construído, comissionado, operado, mantido e descomissionado em conformidade com os requisitos apropriados.

## 5. UMA PROPOSTA DE MODELO PARA O GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR

O SUBSAFE pode ser um paradigma para o sistema de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos. Infelizmente, não foi possível ter acesso aos procedimentos detalhados empregados pelo SUBSAFE. Também é pertinente se apontar que o SUBSAFE não aborda aspectos pertinentes à segurança nuclear. Seus objetivos são exclusivamente pertinentes às estruturas, sistemas e componentes que são críticos para a integridade da estanqueidade à água, e para a capacidade do submarino se recuperar de um eventual alagamento (LEVESON, 2011). À época do estabelecimento do SUBSAFE, a Marinha norte-americana contava com uma cultura de segurança nuclear razoavelmente madura, além de ter como responsável por este aspecto um líder carismático e assertivo: o Almirante Rickover. É possível que esta seja a explicação para a existência de dois sistemas cujos escopos incluem a segurança: o nuclear e da estanqueidade. Outro possível motivo são as preocupações pertinentes à segurança das informações, posto que o *Naval Nuclear Propulsion Program* e o *Naval Reactors* são tratados como sigilosos.

No caso da Marinha do Brasil, cuja realidade orçamentária e financeira é bem distinta daquela dos EUA, pode não ser conveniente haver uma separação entre as responsabilidades sobre a segurança do envelope estanque, também denominada segurança de mergulho, e a segurança nuclear. A falta de acesso aos procedimentos detalhados do SUBSAFE e de segurança nuclear do *Naval Reactors* torna necessário se buscar procedimentos detalhados em outras atividades onde a segurança é primordial. Como visto, o *Reactor Oversight Process* (ROP) da NRC (2014a, 2014c) apresenta uma abordagem pertinente da cultura de segurança. Comparando o ROP com as práticas dos *High Reliability Organizations* (HRO), recomendações para a segurança do tráfego aéreo, as perspectivas da segurança comportamental de COOPER (2009a), as propostas de PONTE JÚNIOR (2014) para o gerenciamento de riscos com base em fatores humanos, e a síntese de doutrina de segurança para projeto de operação de submarinos apresentada por GUIMARÃES (1999), foi possível perceber que o ROP é um instrumento adequado para o gerenciamento da cultura de segurança. Para que ele possa ser aplicado ao submarino brasileiro com propulsão nuclear é necessário adequá-lo à realidade cultural da Marinha do Brasil.

Portanto, o modelo proposto para o gerenciamento da cultura de segurança em submarinos na Marinha do Brasil será fundamentado na estrutura e filosofia do SUBSAFE com instrumentos adaptados do ROP (NRC, 2014c).

## 5.1 DEFINIÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR

Considerando:

- As definições de cultura de segurança apresentados no Capítulo 2.1 A necessidade de se definir o objeto do negócio, como alertou COOPER (2002a);
- Os modelos de gerenciamento da cultura de segurança abordados na Seção 3.12 e
- Os conceitos da Segurança II propostos por HOLLNAGEL (2014).

Foi proposta a seguinte definição de cultura de segurança em submarinos nucleares:

Cultura de segurança em submarinos com propulsão nuclear é definida como o conjunto de crenças, valores, comportamentos e práticas compartilhados pelos integrantes da Marinha do Brasil, que prioriza assegurar que o desempenho dos submarinos com propulsão nuclear seja o previsto.

## 5.2 AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA NO ÂMBITO DA FORÇA DE SUBMARINOS

A fim de se dar início ao processo de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos, é importante realizar uma pesquisa de percepção da cultura de segurança pelos membros das organizações que compõe a Força de Submarinos. Com esse propósito foi elaborada uma lista preliminar de questões abordando os aspectos listados na NUREG 2165 (NRC, 2014d). Essa lista foi submetida a seis oficiais submarinistas com experiência no comando de submarinos para crítica. A lista resultante consta do APÊNDICE C.

A partir da lista elaborada é possível propor questionários para aplicação na Força de Submarinos. A aplicação desses questionários deve seguir as boas práticas de pesquisas de opinião (*survey*) incluindo critérios de amostragem, tratamento estatístico dos dados coletados, e instrumentos adequados de coleta de dados. Pode ser interessante aplicar-se o método de escalas de magnitude (LODGE, 1981), a fim de possibilitar a obtenção de dados quantitativos. O emprego das tradicionais escalas de Likert

representam uma aproximação dos dados quantitativos por intermédio de uma avaliação qualitativa (GIL, 2008). Tendo em vista o propósito de representar um instrumento de avaliação do clima de segurança da Força de Submarinos, pode ser conveniente empregar-se um instrumento mais fidedigno ao invés de uma aproximação (LODGE, 1981).

Após a pesquisa de percepção do clima de segurança na Força de Submarinos pode ser conveniente aplicar o questionário de autoavaliação da maturidade da cultura de segurança em submarinos constante do APÊNDICE D, adaptado ao contexto cultural da Força de Submarinos. Esse questionário deve ser preenchido pelos comandantes, imediatos, chefes de departamento e encarregados de divisão nas organizações que compõem a Força de Submarinos.

A aplicação do questionário citado no parágrafo anterior deve ser feita com cuidado, a fim de não causar constrangimentos e ser percebido como crítica. O questionário tem como propósito criar o desconforto necessário com a situação vigente que permita a percepção da demanda explícita da intervenção (CARRETEIRO; BARROS, 2014), e a desconfirmação que SCHEIN (2004) afirma ser necessária ao processo de mudança cultural.

### 5.3 OBJETIVOS DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR

SCHEIN (2004) aponta para a responsabilidade da liderança de uma organização em criar e gerenciar a sua cultura, inclusive a de segurança. A partir do desconforto causado pela percepção de que a cultura de segurança em submarinos não é adequada às demandas do advento do submarino com propulsão nuclear, é importante que os líderes assumam ativamente a gerência da cultura de segurança em submarinos, caso contrário as poderosas forças criadas pelas interações sociais e organizacionais (SCHEIN, 2004) derivadas de uma cultura que se molda espontaneamente podem não estar alinhadas com o que se deseja. É possível, neste caso, haver um conflito entre a cultura ideal (a que se deseja) e a real (que existe). Esse conflito pode contribuir para a diferença entre as atividades realizadas e tarefas previstas.

Diferenças entre a cultura de segurança ideal e a real podem ser percebidas se não houver a demonstração explícita e clara dos líderes com os valores e crenças espousados pela cultura de segurança em submarinos. A Doutrina de Liderança da Marinha (EMA,

2013) pode ser um instrumento válido para buscar a convergência entre a cultura ideal e a real.

É pertinente observar que a convergência entre a cultura ideal e a real dependem também da aderência dos valores e crenças da cultura ideal à realidade. Valores etéreos ou românticos devem ser correlacionados a aspectos práticos e concretos. A coragem em sacrificar a própria vida em prol da Pátria só será compreendida se os benefícios para o grupo forem efetivos, e a situação limite não tiver sido o resultado de decisões cujos fundamentos ou motivações se desconhece ou não se compreende. Os comportamentos preconizados por COLLINS (2012), onde se busca o comprometimento com a excelência, a integridade e aos relacionamentos podem contribuir para a construção de uma cultura onde a confiança entre seus membros possibilite a convergência dos valores para aqueles da cultura ideal. Essa foi a postura adotada pelo CEO da Alcoa Paul O'Neill (DUHIGG, 2012), com resultados muito efetivos.

Os objetivos de segurança da cultura de segurança em submarinos devem conjugar os requisitos do submarino e de uma instalação nuclear. Além dos requisitos típicos de uma instalação nuclear, normalmente expressos em termos de exposições à radiação de trabalhadores, público em geral ou liberação de material radioativo no meio ambiente, são necessários requisitos específicos de submarinos, em especial aqueles pertinentes à integridade do envelope estanque e à capacidade do submarino em retornar à superfície em caso de sinistro.

Para elaborar uma proposta de política de segurança em submarinos é necessário estabelecer objetivos de segurança globais, e, em seguida, objetivos específicos para finalmente propor uma política e suas diretrizes.

Na elaboração dos objetivos globais de segurança em submarinos foi empregada a definição de acidente proposta por LEVESON (2011), ou seja: evento imprevisto ou indesejável que resulte em perda de: Vida humana; Integridade física de pessoas; Propriedade; Condições do meio ambiente; e Missão.

O submarino com propulsão nuclear pode causar perdas de vidas humanas ou integridade de pessoas dentre:

- Seus tripulantes;
- Trabalhadores do estaleiro, porto ou base naval onde estiver operando; e

- Público em geral, incluindo pessoas que habitem, trabalhem ou estejam em regiões costeiras ou oceânicas.

O submarino com propulsão nuclear pode causar perda de propriedades:

- Que compõe sua própria estrutura, seus componentes ou sistemas;
- Que compõe a estrutura, componentes e sistemas do estaleiro, porto ou base naval em que estiver operando;
- De instalações costeiras, embarcações, equipamentos ou sistemas existentes nas regiões costeiras ou oceânicas.

A operação do submarino com propulsão nuclear pode comprometer as condições ambientais:

- Do estaleiro, porto ou base naval onde ele estiver operando; e
- Das regiões costeiras ou oceânicas.

Durante a sua operação o submarino pode sofrer degradação de seu desempenho que implique na perda da capacidade de levar a termo as missões que lhe foram atribuídas.

Do que expôs GUIMARÃES (1999), é possível identificar quais são os perigos que devem ter sua progressão controlada e agrupá-los como apresentado a seguir:

A. Perigos de natureza nuclear ou radiológica:

- a. Radiações ionizantes;
- b. Liberação normal ou acidental de produtos de fissão;

B. Perigos de natureza mecânica:

- a. Pesos e esforços em apoios ou estruturas;
- b. Acumuladores de energia;
- c. Pressão hidrostática;
- d. Vibração ou ruídos;
- e. Ondas de choque advindas de fonte externa ao navio;

C. Perigos de natureza elétrica e eletromagnética:

- a. Interferências eletromagnéticas;
- b. Fontes de alta tensão ou correntes elevadas; e
- c. Indiscrição eletromagnética.

Para que se estabeleça uma política de segurança em submarinos é necessário ainda definir como deve ser percebido o conceito segurança. Considerando as abordagens

e perspectivas apresentadas nessa dissertação é possível concluir-se que o conceito segurança, para o sistema de gerenciamento de segurança em submarinos nucleares deve ser aquele que HOLLNAGEL (2014) denominou Segurança II. Na Segurança II, a segurança é uma propriedade intrínseca que o sistema deve possuir e não um estado em que ele se encontra. Ao invés de se evitar acidentes, se busca garantir que o sistema tenha um desempenho dentro dos parâmetros desejados, sendo assim seguro.

O conceito da Segurança II está presente nas abordagens sistêmicas da segurança, dentre as quais estão o STAMP e o FRAM, que podem servir de arcabouço para a elaboração do sistema de gerenciamento da cultura de segurança em submarinos com propulsão nuclear e sua política.

Levando em conta o que foi apresentado nos parágrafos anteriores deste item é possível propor uma redação para a Política de Segurança em Submarinos com Propulsão Nuclear.

Segue o enunciado do Objetivo Geral da Segurança em Submarinos com Propulsão Nuclear:

Assegurar que submarinos com propulsão nuclear sejam capazes de cumprir as missões que lhes forem atribuídas sem causar perda de vidas humanas, perda da integridade física de pessoas, perda de propriedade, ou perda das condições aceitáveis do meio ambiente.

É importante salientar que o objetivo geral enunciado no parágrafo anterior se refere a situações em tempo de paz. Como arma de guerra o submarino, se necessário, causará, sim, perda de vida humana, perda da integridade física e perda de propriedade do inimigo. A destruição de um alvo inimigo pode também causar sérios danos ao meio ambiente. Em combate, também é possível que os tripulantes sejam expostos a perigos e eventualmente tenham sua integridade física comprometida. Portanto, é necessário detalhar, no objetivo geral, situações de conflito ou paz, a fim de que ele seja adequado a um navio de guerra. Desse modo se propõe a seguinte redação para o Objetivo Geral de Segurança em Submarinos com propulsão nuclear:

Assegurar que submarinos com propulsão nuclear sejam capazes de cumprir as missões que lhes forem atribuídas sem causar:

- Em tempo de paz: perda de vidas humanas; perda da integridade física de pessoas; perda de propriedade; ou perda das condições aceitáveis do meio ambiente.

- Em situação de conflito: perdas inaceitáveis de vidas humanas de forças ou populações amigas e neutras, ou da própria tripulação; perdas inaceitáveis da integridade física de pessoas de forças ou populações amigas e neutras, ou da própria tripulação; e perda de propriedade de forças ou populações amigas e neutras.

Não se abordarão mais aspectos pertinentes a situações de conflito, tendo em vista que a determinação dos objetivos de segurança e critérios para avaliar seu cumprimento são subjetivos e pertencem ao domínio da estratégia e tática militares. Sempre que se mencionar o objetivo geral de segurança em submarinos, deve ser entendido que se trata da situação de paz.

Considerando os carregamentos e as análises realizadas, é possível identificar dois grandes objetivos principais de segurança em submarinos com propulsão nuclear: um diz respeito à segurança do submarino propriamente dito e o outro, à segurança nuclear. Propõe-se os enunciados a seguir para esses dois requisitos:

Assegurar que os componentes, equipamentos e sistemas necessários à operação segura do submarino tenham desempenho adequado para não causar perda de vidas humanas, da integridade física de pessoas, de propriedade e das condições do meio ambiente.

Assegurar que a operação de submarinos com propulsão nuclear não resulte na perda de vidas humanas, da integridade física de pessoas, de propriedade e das condições do meio ambiente pelos efeitos nocivos da radiação.

O objetivo de segurança nuclear pode ser atendido por intermédio da aplicação dos princípios e metodologia preconizadas para instalações nucleares, como os preconizados pelo INSAG-5 (IAEA, 1992):

- a) Prevenir a liberação de material radioativo da planta de propulsão por intermédio de:
  - Controle da potência do reator da planta de propulsão;
  - Resfriamento do combustível; e
  - Confinamento do material radioativo.
- b) Defesa em profundidade; e
- c) Cultura de Segurança.

Não está no escopo desta dissertação discutir aspectos técnicos do projeto. Considerou-se que os aspectos técnicos podem ser tratados por intermédio da aplicação da garantia da qualidade a estes aspectos, seguindo o que determina a Norma (CNEN, 2000).

A aplicação da garantia da qualidade a componentes, equipamentos e sistemas pode ser considerado pertinente, considerando-se os resultados das análises do acidente do *Thresher*.

É pertinente observar que os submarinos com propulsão nuclear deverão atender também às normas de proteção do meio ambiente pertinentes à descarga de esgoto, hidrocarbonetos (óleo), entre outras formas de descargas de materiais nocivos ao meio ambiente.

Diferentemente da segurança nuclear, a segurança do submarino não possui um arcabouço consagrado que a oriente. Porém é pertinente a aplicação dos mesmos princípios aplicados à segurança nuclear aos componentes, equipamentos e sistemas não nucleares do submarino, desde que feitas as adaptações necessárias. Em especial é importante observar a necessidade de se subordinar a segurança do reator à segurança do submarino (GUIMARÃES, 1999).

Dentre os objetivos pertinentes aos componentes, equipamentos e sistemas não nucleares do submarino, as análises do acidente do *Thresher* apontam para a importância de assegurar que o submarino não seja exposto a uma pressão hidrostática superior à resistência de seu casco estanque. Esse é o foco da segurança de mergulho e do SUBSAFE. Diante da importância da segurança do mergulho é pertinente enunciar-se um objetivo específico. Segue a proposta de enunciado para a segurança de mergulho.

Assegurar a integridade do envelope estanque do submarino, assim como a integridade e operabilidade dos sistemas críticos necessários para que o submarino possa controlar e mitigar as consequências de eventuais alagamentos resultantes da perda da integridade do envelope estanque.

Há outros sistemas vitais para a operação segura de um submarino com propulsão nuclear. Para operar em segurança o submarino deve ter asseguradas as seguintes funções básicas: Disponibilidade de energia; Navegabilidade; Integridade estrutural; Estabilidade estática; Manobrabilidade; Habitabilidade; e Socorro e salvamento. Como pôde ser constatado na análise FRAM do acidente do *Thresher*, há uma série de acoplamentos

entre essas funções, mas a integridade estrutural do submarino é uma pré-condição praticamente para todas as demais, reforçando, assim, a importância da segurança do mergulho e a sua contribuição para que todas as funções básicas necessárias à segurança do submarino sejam atendidas. Portanto, ainda que todas as funções sejam igualmente importantes, pode ser considerado que não é necessário estabelecer um enunciado específico para cada uma delas, pois o objetivo pertinente à segurança de mergulho é abrangente.

#### 5.4 POLÍTICA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS COM PROPULSÃO NUCLEAR

Considerando a relação entre a cultura de segurança e segurança nuclear na perspectiva da NQSA (2011) é possível enunciar a seguinte proposta de política de segurança em submarinos com propulsão nuclear:

A Marinha do Brasil declara que submarinos com propulsão nuclear devem ser capazes de cumprir as missões que lhes forem determinadas sem causar perdas de vidas humanas, da integridade física de pessoas, de propriedade, ou das condições aceitáveis do meio ambiente.

A fim de que esses objetivos sejam atingidos é necessário que: seja assegurada a integridade do envelope estanque do submarino, assim como a integridade e operabilidade dos sistemas críticos necessários para que o submarino possa controlar e mitigar as consequências de eventuais alagamentos resultantes da perda da integridade do envelope estanque; e seja assegurada a proteção de pessoas, da sociedade e meio ambiente contra os efeitos nocivos da radiação.

Para atender a esta política, todos os membros da Marinha devem estar pessoalmente comprometidos com a segurança em submarinos, que deve sempre receber prioridade máxima.

A segurança em submarinos deve ser obtida por intermédio da melhoria contínua da cultura de segurança e pela garantia da qualidade.

#### 5.5 ATRIBUTOS PARA A CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL

As análises dos eventos que levaram à perda do *Thresher*, a proposta de política de segurança em submarinos com propulsão nuclear, e a percepção de que os

componentes de uma cultura de segurança nuclear segundo a WANO (2013) e a NRC (2014d) podem ser adaptados para aplicação na segurança em submarinos com propulsão nuclear, e permitem a elaboração de uma lista de atributos que podem servir como paradigma para o gerenciamento da cultura de segurança em submarinos. A lista desses atributos consta do APÊNDICE E. O que se propõe é a adoção dos atributos listados naquele apêndice como ponto de partida para o aperfeiçoamento da cultura de segurança em submarinos na Marinha do Brasil.

## 5.6 ESTRUTURA PARA O GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL

Na seção 4.5 argumentou-se que o *SUBSAFE* da Marinha norte-americana pode ser considerado como paradigma para o sistema de gerenciamento da segurança em submarinos da Marinha do Brasil. Nesta seção será apresentada a proposta de estrutura para o sistema de gerenciamento de segurança em submarinos com base no *SUBSAFE*.

Observando-se as atribuições dos diversos órgãos da Marinha com atribuições pertinentes a submarinos, apresentadas na seção 3.7, não é possível identificar declarações explícitas que estabeleçam com clareza as respectivas responsabilidades sobre a segurança em submarinos.

Os termos empregados na definição das atribuições dos órgãos da Marinha que puderem ser percebidos como pertinentes à segurança em submarinos foram: prontificação e aprestamento. Como exemplos podemos citar:

- As atribuições do Comando da Marinha em “[...] executar o aprestamento das Forças Navais” (BRASIL, 2005);
- O propósito do Comando de Operações Navais de “aprestar as Forças Navais [...]” (EMA, 2008);
- A tarefa do Comando de Operações Navais de “supervisionar a prontificação [...] das Forças Navais [...]” (EMA, 2008);
- O propósito do Comandante em Chefe da Esquadra de “manutenção das Forças subordinadas no mais elevado grau de aprestamento para as operações navais de guerra” (COMEMCH, 2015);
- A atribuição do Comando da Força de Submarinos de “garantir o aprestamento dos meios subordinados” (COMFORS, 2015);

- A atribuição da Base Almirante Castro e Silva de “contribuir para o aprestamento dos meios subordinados ao ComForS” (BACS, 2015)

Com o emprego de um dicionário é possível identificar as seguintes definições para estes dois termos.

(a.pres.ta.men.to)

sm.

1. Ação ou resultado de aprestar(-se).
2. Mil. Conjunto das medidas, que incluem instrução, adestramento e logística, necessárias para preparar uma organização militar para ação imediata.

[F.: *apresta(r)* + *-mento*]

s. f. || ato ou efeito de prontificar ou prontificar-se. F. *Prontificar*.

(AULETE e VALENTE, 2015a)

(pron.ti.fi.car)

v.

1. Pôr (algo, alguém ou a si mesmo) à disposição para; OFERECER(-SE) [tdi. + a, para : prontificar *o escritório* ao colega] [tdr. + a : O guarda imediatamente prontificou -se a *ajudar-nos.*] [td. : prontificar ajuda]

2. Deixar pronto; APRONTAR [td. : prontificar *o fechamento do caixa.*]

[F.: *pronto* + *-ificar.*]

(AULETE e VALENTE, 2015b)

Os dois termos podem ser compreendidos no sentido de se manter os submarinos disponíveis para cumprir as missões que lhes forem confiadas. Usando a perspectiva de LEVESON (2011) de que acidentes são eventos em que há perda de vida humana, de integridade física de pessoas, de propriedade, ou do cumprimento de missões, é possível considerar que acidentes comprometem o aprestamento ou prontificação de submarinos. Um acidente pode tornar um componente, equipamento ou sistema de um submarino indisponível, impedindo o cumprimento de sua missão. A morte ou ferimento de membros da tripulação ou do público em geral também podem implicar em redução na disponibilidade do submarino.

Considerando que as atribuições pertinentes à prontificação e aprestamento de submarinos são as mais diretamente relacionados à sua segurança, é possível analisar o modelo proposto para o sistema sociotécnico pertinente à segurança em submarinos na Marinha do Brasil, a fim de identificar os órgãos que desempenham as tarefas necessárias para se adotar o paradigma do *SUBSAFE*.

Observando-se o modelo do sistema sociotécnico apresentado no APÊNDICE F, é possível observar que não há uma clara definição da porção do espaço de trabalho sob

o controle de cada decisor, pois há uma ampla estratificação das atribuições. Usando o critério de se considerar o aprestamento como o aspecto pertinente à segurança em submarinos é possível observar-se dois atores com responsabilidades explícitas sobre a segurança. Um é o Comandante da Marinha que tem a atribuição de “executar o aprestamento das Forças Navais” (BRASIL, 2005). O outro é o Comandante da Força de Submarinos, que tem entre suas atribuições a de “Garantir o aprestamento dos meios subordinados” (COMFORS, 2015). Os demais atores têm atribuições como assessorar, supervisionar, coordenar, controlar, contribuir para o aprestamento ou prontificação de submarinos.

Do que foi exposto no parágrafo anterior, é possível concluir que, para utilizar o paradigma do *SUBSAFE* na Marinha do Brasil, será necessário estruturar um sistema de gerenciamento da segurança em submarinos onde as atribuições sobre a segurança em submarinos estejam formal, explícita, e claramente definidas.

A separação de poderes no *SUBSAFE*, segundo LEVESON (2011), tem o propósito de gerar uma tensão construtiva entre as três autoridades responsáveis pelos três poderes. Observando as atribuições dos órgãos no modelo de sistema sociotécnico de segurança em submarinos expostas no APÊNDICE F, pôde ser elaborada a Figura 13, onde, em uma analogia com a separação de poderes do *SUBSAFE*, são apresentados os órgãos da Marinha do Brasil que executam atividades correspondentes a cada um dos três poderes do modelo *SUBSAFE*.

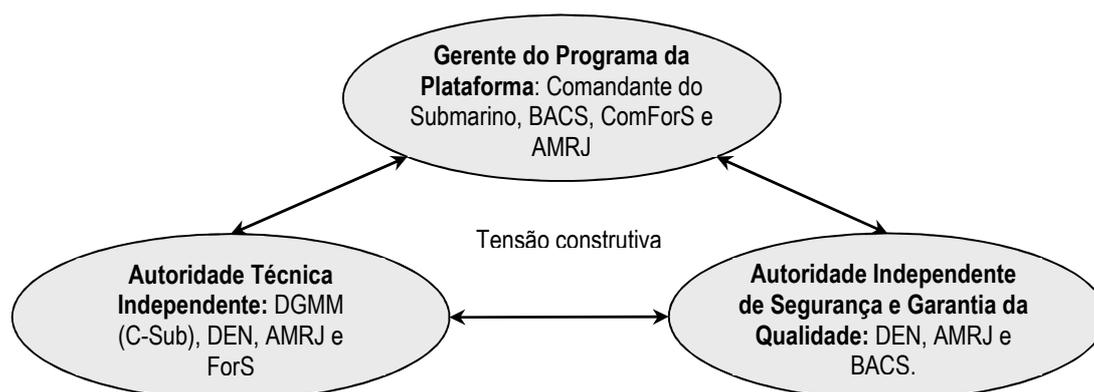


Figura 13 – Estrutura da divisão dos poderes análoga ao *SUBSAFE* na Marinha do Brasil.

Observa-se que não foi possível determinar com clareza que órgãos na Marinha do Brasil podem ser identificados como exercendo cada um dos poderes distintos que, segundo LEVESON (2011), consubstanciam um dos princípios culturais do *SUBSAFE*. O Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), por exemplo, executa atividades que foram percebidas como atribuições dos três poderes do modelo *SUBSAFE*. A Diretoria

de Engenharia da Marinha (DEN) tem atribuições que, no modelo *SUBSAFE*, são conflitantes, pois a Autoridade Técnica Independente deve ser auditada pela Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade. Pode ser considerado senso comum que a execução de uma atividade e a auditoria daquela atividade devem ser atribuições de órgãos distintos e independentes.

A Marinha do Brasil possui, como foi exposto no item 3.14.1, uma cultura de segurança de aviação que conta com uma estrutura consolidada e atuante. O Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Marinha (SIPAAerM) pode ser uma alternativa de modelo de uma Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade. Porém, diferente do que acontece com a aviação, não há uma Diretoria de Submarinos da Marinha. As atribuições pertinentes a submarinos análogas às da Diretoria de Aviação da Marinha (DGMM, 2011a) estão distribuídas entre a Coordenadoria Especial de Submarinos da DGMM (C-Sub), a Diretoria de Engenharia Naval da Marinha, e o Comando da Força de Submarinos. Como pode ser constatado observando as tarefas destes órgãos (DGMM, 2011b; EMA, 2015; DGMM, 2013; COMFORS, 205a).

Se for considerada a conveniência de se ter o órgão responsável por exercer os poderes de Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em um nível organizacional que garanta à segurança uma prioridade elevada, pode ser pertinente atribuir à Coordenadoria Especial de Submarinos (C-Sub) da DGMM esses poderes. Para tal, será necessário alterar as suas atribuições, a fim de tornar explícitas, formais e claras suas atribuições para com a segurança como Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade. Também é necessário dotar a C-Sub com uma ou mais unidades organizacionais dedicadas às atividades da Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em submarinos. Estas unidades organizacionais devem ter pessoal com as capacitações e habilitações necessárias, obtidas por intermédio de formação nas áreas de análise de segurança, auditoria de sistemas de garantia da qualidade e gestão do conhecimento. A proposta pode ser entendida à luz da atribuição atual da C-Sub de assessorar o DGMM na supervisão das atividades da Diretorias Especializadas (DE) e Organizações Prestadoras de Serviço (OMPS) pertinentes à modernização e manutenção de submarinos (EMA, 2015).

Os poderes de Autoridade Técnica Independente no que tange à segurança em submarinos podem ser atribuídos à Diretoria de Engenharia Naval, pois, entre suas tarefas, podem ser identificadas aquelas pertinentes à elaboração de normas,

procedimentos, especificações e instruções básicas de engenharia naval (DGMM, 2013). Para tal, seria necessário trazer para a DEN pessoal especializado em submarinos, além de alterar suas atribuições, de forma a tornar explícito, claro e formalizado o seu papel de Autoridade Técnica Independente de segurança em submarinos. Também é necessário dotar a DEN de uma ou mais unidades organizacionais dedicadas às atividades da Autoridade Técnica Independente em submarinos. Estas unidades organizacionais devem ter pessoal com as capacitações e habilitações necessárias, obtidas por intermédio de formação nas áreas de análise de segurança, garantia da qualidade e gestão do conhecimento.

Os poderes de Gerente do Programa da Plataforma podem ser exercidos pelos seguintes atores, conforme mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 – Atores que podem exercer os poderes de Gerente do Programa da Plataforma

Ator	Situação
Comandante do Navio	Operação normal, serviços de manutenção planejada, reparos de 1° e 2° escalões sem paralisação do submarino
Gerente da BACS designado formalmente para os serviços	Serviços de manutenção planejada de base, serviços de reparos de 2° escalão com paralisação do submarino, realizados na BACS
Gerente do AMRJ designado formalmente para os serviços	Serviços de manutenção de base, serviços de reparos de 2° escalão com paralisação do submarino, realizados no AMRJ, período gerais de manutenção (PMG), períodos de modernização e outros serviços de grande monta

Faz-se mister a designação formal do Gerente do Programa da Plataforma para que seja atendido o requisito de haver um responsável claramente identificado. Caso contrário, o alerta de Rickover de que: “A não ser que você possa apontar o dedo à pessoa que é responsável quando algo dá errado, você nunca teve alguém realmente responsável.” (RICKOVER, 1961 apud BOWMAN, 2003) estará sendo ignorado.

A estrutura do sistema de gerenciamento de segurança em submarinos na Marinha do Brasil poderia ter a configuração apresentada na Figura 14.

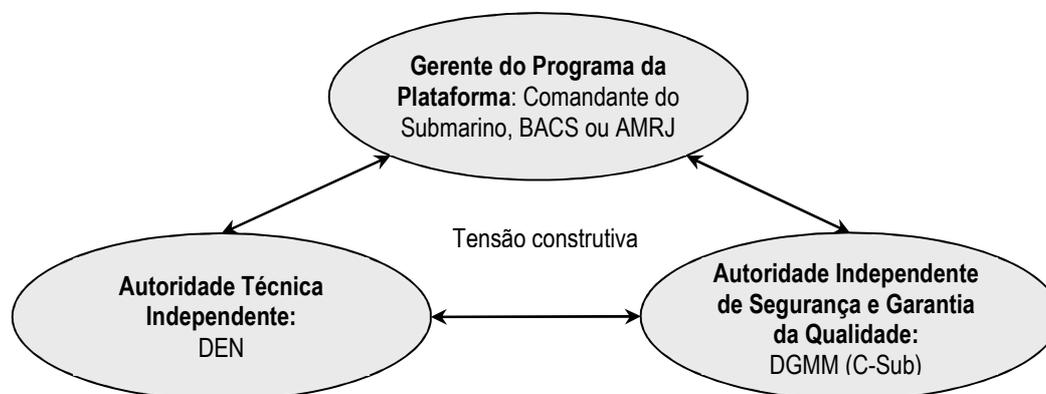


Figura 14 – Proposta de separação de poderes no sistema de gerenciamento da segurança em submarinos na Marinha do Brasil.

A fim de se manter um sistema de gerenciamento da segurança em submarinos dinâmico e propício à melhoria contínua, pode ser replicada na Força de Submarinos a estrutura de separação de poderes existente no nível organizacional mais elevado. Analisando-se as atribuições dos órgãos subordinados ao ComForS (COMFORS, 2015; BACS, 2015; CIAMA, 2015) e as normas pertinentes ao Sistema Investigação e Prevenção de Acidentes em Submarinos – SIPASB (COMFORS, 2011b) pode ser considerado conveniente a atribuição de poderes, apresentada na Figura 15.

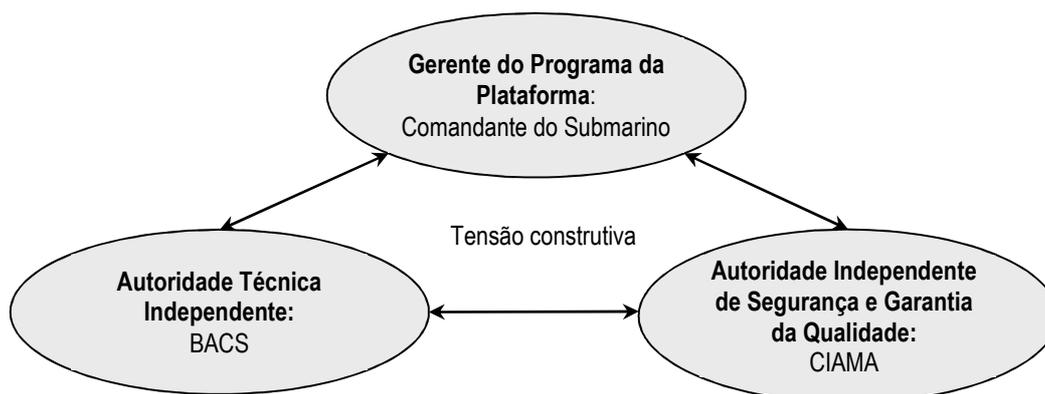


Figura 15 – Proposta de separação de poderes no sistema de gerenciamento da segurança em submarinos no Comando da Força de Submarinos.

Para a adoção do modelo proposto é necessário dotar a BACS de uma ou mais unidades organizacionais com atribuições específicas de Autoridade Técnica Independente. A BACS, ainda que organizacionalmente subordinada ao ComForS, para assuntos afetos à sua atuação como autoridade técnica para segurança em submarinos, estaria funcionalmente ligada à DEN. Para compor as unidades organizacionais mencionadas neste parágrafo, a BACS deverá contar com pessoal formalmente capacitado, especializado e habilitado em análise de segurança e gestão do conhecimento.

Analogamente, o CIAMA deve contar na sua estrutura com uma ou mais unidades organizacionais com atribuições específicas de Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em submarinos. Nestas unidades organizacionais o CIAMA deve contar com pessoal formalmente capacitado, especializado e com habilitação em análise de segurança, auditoria de sistemas de garantia da qualidade e gestão do conhecimento. Como o que foi proposto para a BACS, o CIAMA, como representante da Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em submarinos, pode ser funcionalmente ligado à C-Sb.

No Comando da Força de Submarinos o órgão central do sistema de gerenciamento da segurança pode ser o próprio ComForS que, como autoridade à qual estão subordinados todos os órgãos com atribuições diretas sobre a segurança em submarinos, terá a responsabilidade de exarar a política, diretrizes, normas e outros documentos que dão fundamento ao sistema de gerenciamento da segurança em submarinos no âmbito do ComForS. Para assegurar que a segurança em submarinos receba a atenção devida, o ComForS deve contar com uma ou mais unidades organizacionais com atribuições específicas de segurança em submarinos. Estas unidades organizacionais devem contar com pessoal com experiência na operação de submarinos, mas também com pessoal cuja formação inclua análise de segurança.

A fim melhorar a atuação do SIPASB, podem ser atribuídas ao CIAMA, na qualidade de Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em submarinos, as seguintes tarefas:

- Analisar os relatórios de situação de perigo (RelSitPer) emitindo o respectivo parecer para subsidiar as decisões do ComForS pertinentes às ações corretivas e preventivas;
- Manter o registro e realizar a análise estatística dos RelSitPer, a fim de verificar a existência de fatores sistêmicos e obter retorno de experiência;
- Realizar análise crítica dos procedimentos, normas e outros documentos pertinentes à segurança no âmbito do ComForS, emitindo o parecer pertinente para subsidiar decisões do ComForS;
- Realizar a coleta, organização e disseminação do retorno de experiência operacional no âmbito do ComForS;
- Realizar a avaliação da cultura de segurança no âmbito do ComForS; e
- Realizar a análise de segurança de submarinos por intermédio de técnicas adequadas a sistemas sociotécnicos complexos, estabelecendo e acompanhando indicadores de desempenho de segurança em submarinos, a fim de contribuir com o aperfeiçoamento contínuo da segurança em submarinos.

Na Marinha, propõe-se que o órgão central do sistema de segurança em submarinos seja o Estado-Maior da Armada – EMA, ou um órgão criado especificamente com o propósito de gerenciar a segurança em submarinos. No caso da criação de um órgão específico, tal órgão deve ser diretamente subordinado ao Comandante da Marinha, a fim de que a segurança seja tratada com a prioridade adequada. No caso da atribuição sobre

o gerenciamento da segurança em submarinos ser alocada ao EMA, deve ser criada uma unidade organizacional com as atribuições de órgão central do sistema gerenciamento de segurança em submarinos. A proposta de colocar tal atribuição em um órgão no nível do Órgão de Direção Geral (ODG) da Marinha se fundamenta na percepção de que este órgão deve ter uma amplitude de atuação organizacional que possibilite a emissão de políticas, doutrinas, diretrizes e outros documentos pertinentes à segurança em submarinos que sirvam de fundamento para o controle do desempenho de todos os setores da Marinha. A necessidade de poder influenciar o desempenho de todos os setores da Marinha decorre da análise do acidente do *Thresher* empregando a perspectiva STAMP (apresentada, no item 4.2.1). Também é pertinente apontar que o posicionamento do órgão central da segurança em submarinos em um nível elevado na estrutura organizacional pode dar a clara dimensão da importância dada pela Marinha à segurança em submarinos. A fim de obter o comprometimento de todos os setores da Marinha com a segurança em submarinos, propõe-se que o órgão central da gerência de segurança em submarinos conte com um órgão colegiado com representantes dos ODS, da Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em submarinos e da Autoridade Técnica Independente. Caberia ao órgão colegiado discutir e redigir os documentos fundamentais do sistema de gerenciamento de segurança em submarinos que seriam submetidos ao titular do órgão central de gerenciamento de segurança em submarinos, que os assinaria como responsável máximo pela segurança em submarinos.

Ao órgão central do sistema de gerenciamento da segurança em submarinos da Marinha do Brasil caberiam as seguintes atribuições:

- Elaborar, manter atualizada e disseminar a Política de Segurança em Submarinos da Marinha do Brasil;
- Elaborar, manter atualizada e disseminar as diretrizes, objetivos, premissas, normas e outros fundamentos do sistema de segurança em submarinos da Marinha do Brasil; e
- Coordenar e controlar a atuação dos órgãos componentes do sistema de gerenciamento de segurança em submarinos da Marinha do Brasil; e
- Representar a Marinha do Brasil junto a órgãos reguladores, normativos, de licenciamento ou de fiscalização com atribuições pertinentes à segurança em submarinos, inclusive as de licenciamento nuclear e radiológico.

Para o exercício de suas atribuições, o órgão central do sistema de segurança em submarinos da Marinha do Brasil deve contar com pessoal que tenha capacitação, especialização e habilitação formal nas áreas necessárias para dar suporte às suas atividades, inclusive na área nuclear.

Os aspectos da segurança em submarinos pertinentes à planta de propulsão nuclear podem contar com o suporte técnico do CTMSP. Formalmente, esse Centro não tem atribuições de Diretoria Técnica na área de propulsão nuclear. Portanto, sugere-se que a(s) unidade(s) organizacional(is) na estrutura da DEN com as atribuições de Autoridade Técnica Independente contem com pessoal com formação na área nuclear e de proteção radiológica, mas recebam do CTMSP o apoio necessário para realizar suas tarefas. Dessa forma, se aproveita melhor a estrutura existente. Da mesma forma, a C-Sb da DGMM pode contar com apoio técnico do CTMSP para realizar suas tarefas de Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em Submarinos, no que concerne à área da propulsão nuclear.

Antes mesmo de se implantar alterações que culminem na estruturação do sistema de gerenciamento de segurança em submarinos é importante a inclusão de conteúdo programático que enfoque a segurança em todos os níveis de capacitação, formação, especialização e aperfeiçoamento de pessoal na Marinha. Os fundamentos de análise de riscos, análise de segurança, fatores humanos, segurança em sistemas sociotécnicos complexos, métodos de gerenciamento da segurança, entre outros, devem ser incluídos nas grades curriculares de todos os cursos ministrados na Marinha, como cadeira ou matéria isolada, destacando assim a sua importância. Em especial, os cursos, adestramentos ou treinamentos pertinentes a submarinos devem incluir assuntos onde a segurança seja explicitamente apresentada como prioritária.

A fim de que se tenha uma cultura de segurança em submarinos, é necessário antes que se tenha uma cultura de segurança. A Marinha possui uma estrutura consolidada e atuante de segurança de aviação, mas não foi possível perceber na cultura militar-naval brasileira (seção 3.6) manifestações formais explícitas da segurança como valor cultural da Marinha. Assim, a fim de prover as bases formais para o desenvolvimento de uma cultura de segurança adequada, é necessário que sejam aperfeiçoados os fundamentos formais da cultura militar-naval, notadamente o Estatuto dos Militares (BRASIL, 1980) e Regulamento Disciplinar da Marinha (BRASIL, 1983), A Doutrina de Liderança da Marinha (EMA, 2013) e os critérios de avaliação do pessoal da Marinha (DGPM, 2012).

Os dois primeiros documentos são parte da legislação federal brasileira. Ainda que a Marinha possa propor alterações a esses dois documentos que reflitam a segurança como um valor básico para a Marinha, o processo é da competência dos poderes Executivo e Legislativo, podendo levar um tempo indefinido para ser completado. De imediato, a Marinha pode revisar a sua Doutrina de Liderança (EMA, 2013) e seus critérios de avaliação de pessoal (DGPM, 2012) de forma a explicitar a segurança como um valor e uma prioridade da organização.

A partir da formalização da segurança como um valor da Marinha, podem ser empregados os métodos ou práticas de mudança e gerenciamento de cultura de segurança aqui apresentadas. É pertinente destacar que o comprometimento dos líderes da Marinha para com a segurança é fundamental para que os valores declarados de maneira formal e explícita sejam transformados em pressupostos subjacentes da cultura e se reflitam nos comportamentos e artefatos da cultura, em consonância com a percepção de SCHEIN (2004).

A abordagem proposta por COOPER (2009e) de segurança comportamental pode ser percebida como adequada para o desenvolvimento gradual de uma cultura de segurança adequada para a segurança em submarinos na Marinha do Brasil.

Para o estabelecimento formal, explícito e claro das atribuições dos órgãos, componentes e autoridades da Marinha, no que concerne à segurança em submarinos, é possível empregar a metodologia proposta por RASMUSSEN e SVEDUNG (2000). A partir da definição das atribuições, será possível empregar a metodologia STAMP (LEVESON, 2011) para analisar as ações de controle de cada controlador e identificar quais podem resultar em condições inseguras.

## 5.7 FUNDAMENTOS PARA O GERENCIAMENTO DA CULTURA DE SEGURANÇA EM SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL

Os membros da Marinha do Brasil que atuam, direta ou indiretamente, na operação e manutenção de submarinos são pessoas altamente capacitadas e dedicadas, que se esforçam para garantir as melhores condições possíveis de segurança. Porém, como HOLLNAGEL destacou nos princípios fundamentais do FRAM (HOLLNAGEL, 2012), as falhas e sucesso podem ter a mesma origem. Pessoas bem-intencionadas, competentes e dedicadas podem conduzir sistemas complexos e com múltiplos acoplamentos a desenlaces indesejáveis. Faz-se mister, por conseguinte, aperfeiçoar

continuamente a cultura de segurança, as práticas de segurança e a percepção e compreensão do sistema e das suas potenciais fontes de perigo. É com base nesse entendimento que se propõe a adoção dos fundamentos do SUBSAFE, mas adaptados à realidade brasileira, para o gerenciamento da cultura de segurança em submarinos na Marinha do Brasil.

O gerenciamento da cultura de segurança em submarinos deve ter como escopo a obtenção (seja por aquisição, projeto e construção, ou outro meio), comissionamento, operação, manutenção, modernização e descomissionamento de submarinos. A este escopo devem ser estabelecidos requisitos pertinentes a: administração e organização; controle de material; controle de processos; controle de fabricação; testes e validação; controle de trabalho; capacitação de pessoal; e auditorias e certificação.

O escopo e os requisitos do sistema de gerenciamento da segurança em submarinos devem ser periodicamente submetidos a um processo formal de análise crítica, a fim de assegurar a sua melhoria contínua e o atendimento dos objetivos de segurança em submarinos.

Os princípios técnicos e culturais para o gerenciamento da cultura de segurança em submarinos que se propõe são os mesmos do *SUBSAFE* (LEVESON, 2011): disciplina de trabalho; controle de material, documentação; verificação da conformidade; e aprendizagem a partir das inspeções, auditorias e não-conformidades. Esses princípios podem ser percebidos em sintonia com os requisitos da norma CNEN-NN-1.16 (CNEN, 2000). Portanto, pode ser conveniente que o sistema de gerenciamento de segurança em submarinos adote os requisitos daquela norma da CNEN.

Merece destaque a necessidade do estabelecimento de um conjunto de procedimentos e normas que ordenem a coleta e registro das *OQE – Objective Quality Evidence*, que a CNEN chama de evidências objetivas (CNEN, 2000). Os documentos normativos pertinentes devem preconizar as competências necessárias para os emissores desses certificados, assim como para os verificadores, além de especificar que informações devem ser evidenciadas e como. A manutenção de registros deve ser feita de modo adequado ao significado para a segurança do item, serviço ou atividades que será certificada, mas deverá possibilitar a rastreabilidade pertinente durante um período compatível com a vida útil ou efeitos do serviço ou atividade.

A certificação e a verificação constante, que deve ser prática comum na segurança em submarinos, não deve ser encarada como tendo origem na desconfiança, mas em um esforço contínuo de colaboração mútua em prol da segurança.

A responsabilidade pessoal deve ser reforçada em todo o sistema de gerenciamento da segurança em submarinos. O indivíduo que executa a atividade deve ser pessoalmente responsabilizado pelas suas ações e atitudes, que devem estar em conformidade com os requisitos da segurança em submarinos. Em contrapartida, o indivíduo deverá ter o dever e o direito de externar suas preocupações com relação à segurança sem receio de retaliação. Tal situação pode ser percebida como contrária aos princípios fundamentais da instituição militar da hierarquia e disciplina. Porém, conforme a segurança em submarinos for incorporada como um valor da cultura militar naval, e reforçada pelos líderes em todos os níveis, o aparente conflito pode ser resolvido, pois atitudes contrárias à segurança deverão vir a ser percebidas como contrárias aos valores do grupo. Dessa forma, a própria pressão social do grupo pode contribuir para a conformidade. O fato de que os objetivos da segurança em submarinos podem ser percebidos como coincidentes com os interesses básicos de qualquer indivíduo: a preservação da sua vida e integridade física, pode contribuir para que a segurança seja incorporada como um valor da cultura real da Marinha do Brasil.

Os poderes pertinentes à: elaboração das normas, procedimentos, requisitos de desempenho, especificações etc.; verificação e auditoria da conformidade com tais normas, procedimentos etc.; e realização das atividades pertinentes ao escopo do sistema de gerenciamento de segurança em submarinos, devem ser atribuídos a órgãos distintos e independentes. O nível hierárquico desses órgãos deve ser equivalente, a fim de que a atuação dos três se dê por consenso, e nenhum dos três seja capaz de impor o seu posicionamento aos outros dois.

Diferente da Marinha norte-americana, que conta com uma autoridade nuclear própria, o *Nuclear Reactors*, a Marinha do Brasil não conta com uma organização cujas atribuições formais possam ser percebidas como as de uma diretoria técnica nuclear (DGMM, 2011b). O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) é uma organização dedicada ao desenvolvimento de tecnologia. Sua competência pode ser aproveitada para fundamentar decisões pertinentes à segurança nuclear, mas pode ser conveniente haver uma organização formal responsável pela normatização das atividades nucleares na Marinha. Hoje, a organização que tem atribuições de normatização técnica

em engenharia é a Diretoria de Engenharia Naval (DEN), sendo que entre tais atribuições se podem identificar aquelas pertinentes à propulsão naval (DGMM, 2013). Considerando ser conveniente evitar-se grandes mudanças na estrutura da Marinha, propõe-se que as atribuições pertinentes à segurança nuclear sejam consignadas à DEN. Também se considera conveniente que o sistema de gerenciamento da segurança em submarinos da Marinha do Brasil, diferente do *SUBSAFE*, considere como parte do seu escopo a segurança nuclear. Tal proposta é fundamentada na percepção do submarino como um sistema único com características de acoplamento e interdependência que apontam não ser conveniente considerar a planta de propulsão nuclear como um domínio distinto do submarino, mas sim como um dos seus sistemas, como argumentou GUIMARÃES (1999).

Um aspecto que não foi claramente identificado na descrição do *SUBSAFE* feito por LEVESON (2011), mas que foi identificado nas análises dos eventos que culminaram com a perda do *Thresher*, foi a questão do gerenciamento da capacitação da tripulação. Tanto a análise STAMP como a análise FRAM apontaram para a necessidade de se assegurar a proficiência da tripulação na operação dos equipamentos e sistemas do navio. É pertinente, assim, incluir entre os princípios fundamentais do sistema de gerenciamento de segurança em submarinos o estabelecimento de um processo de gerenciamento da proficiência da tripulação, com requisitos mínimos de qualificação e manutenção da qualificação para operação em submarinos. Esses requisitos podem preconizar exigências de número mínimo de horas de imersão ou de treinamento em simuladores para indivíduos, equipes e tripulações necessários para que se autorize a operação sem restrições do submarino. Os requisitos devem ser adequados ao significado para a segurança das atividades executadas pelo indivíduo ou equipe.

À semelhança do que preconiza o *Reactor Oversight Process – ROP* (NRC, 2014c), o sistema de gerenciamento de segurança em submarinos pode estabelecer uma série de indicadores do estado da segurança. A partir do acompanhamento desses indicadores, a Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade poderá adotar medidas de verificação do desempenho da segurança proporcionais às condições de segurança percebidas a partir dos indicadores. Dentre as medidas, pode ser prevista a realização de atividades de integração, verificação e validação análogos ao controle de reentrada do *SUBSAFE* (LEVESON, 2011). Os indicadores identificados como significativos para a segurança por intermédio utilização do FRAM, ou outros métodos,

podem ser usados para estabelecer um processo de acompanhamento da segurança em submarinos inspirado no ROP. Esse processo deve incluir, além das medidas em resposta ao acompanhamento dos indicadores, auditorias regulares e frequentes.

Um fundamento essencial do gerenciamento da segurança em submarinos, como declara LEVESON (2011), são as auditorias. É importante salientar que as auditorias no sistema de gerenciamento da segurança em submarinos na Marinha do Brasil, à semelhança do SUBSAFE (LEVESON, 2011), deve ser encarada não como uma atividade dedicada à detecção de erros, falhas, omissões etc., mas à identificação de oportunidades de melhoria. Visando o máximo aproveitamento das auditorias considera-se conveniente que as equipes de auditoria sejam compostas por representantes das diversas organizações com atribuições sobre a segurança em submarinos. A responsabilidade pela condução da auditoria seria da Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em Submarinos, ou de seu representante, mas a equipe de auditores deve contar com representantes da Autoridade Técnica Independente, dos órgãos responsáveis pela manutenção e reparo de submarinos, do setor do pessoal, e dos órgãos de capacitação e treinamento de pessoal.

As atividades de auditoria seriam orientadas e acompanhadas por pessoal da Autoridade Independente de Segurança e Garantia da Qualidade em submarinos com formação e qualificação em auditoria, mas contaria com a experiência e contribuição de pessoal dos setores supracitados, e outros julgados convenientes. O propósito é criar uma constante troca de experiências e trazer uma perspectiva multidisciplinar para as auditorias de segurança em submarinos.

Outro aspecto que não foi identificado na descrição do *SUBSAFE* feita por LEVESON (2011), mas que foi identificada nas análises dos eventos que culminaram na perda do *Thresher*, foi a importância de se manter adequados os códigos de engenharia, normas, procedimentos e outros documentos que fundamentam as atividades no âmbito da segurança em submarinos. A fim de assegurar a adequação dos fundamentos da segurança em submarinos, e dos documentos onde eles estão formalmente registrados, considera-se conveniente estabelecer procedimentos que obriguem revisões críticas formais periódicas e frequentes desses documentos. Como medida profilática, propõe-se que os documentos que contêm os fundamentos técnicos, organizacionais e de capacitação pertinentes à segurança em submarinos tenham validade pré-estabelecida obrigando assim a realização da análise crítica dos mesmos, independentemente de

qualquer outro aspecto. Adicionalmente, mesmo sendo atribuição da Autoridade Técnica Independente a elaboração de normas, procedimentos, especificações e instruções básicas, considera-se pertinente que a revisão desses documentos seja feita por intermédio de grupos de trabalho específica e formalmente designados para tal tarefa. Os grupos de trabalho seriam coordenados por um representante da Autoridade Técnica Independente, mas incluiriam representantes de todos os órgãos que participam do sistema de gerenciamento da segurança em submarinos na Marinha do Brasil.

## 6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O Brasil tem um século de experiência na operação de submarinos convencionais. Por intermédio de transferência de tecnologia o país se capacitou e construiu esses meios (FGV PROJETOS, 2014).

Os submarinos da classe TUPI e o submarino da classe TIKUNA são meios modernos, mas representam o resultado da evolução da tecnologia de submarinos convencionais. O submarino brasileiro com propulsão nuclear (SN-BR), ainda que seja também um submarino, representa um novo paradigma. Os submarinos convencionais em operação na Marinha do Brasil têm dimensões modestas se comparadas com as do projeto do SN-BR.

De fato, os submarinos da classe Tupi não têm subdivisões estanques do seu espaço interno (SEGUNDO, 2015) enquanto o SN-BR tem diversas subdivisões estanques, além de ser dividido pelo compartimento do reator em duas grandes partes, uma a vante e outra a ré do reator. A interligação das duas seções é feita por um corredor dotado de blindagem contra radiação. Portanto, enquanto nos submarinos convencionais hoje em operação na Marinha a comunicação é simples, e todos os tripulantes estão, praticamente, em um mesmo compartimento, no SN-BR as comunicações dependerão de equipamentos e a coordenação das atividades deverá ser feita remotamente. Também os comandos, válvulas e acionadores dos diversos sistemas dos submarinos convencionais estão ao alcance dos tripulantes. No SN-BR os sistemas estão distribuídos por diversos compartimentos, sendo que alguns, como os existentes no compartimento do reator, só podem ser controlados remotamente.

O Brasil tem experiência na construção de submarinos convencionais, tendo construído três submarinos da classe TUPI, de projeto alemão, e um da classe TIKUNA, que é um aperfeiçoamento da classe TUPI. Estão sendo construídos no Brasil quatro submarinos da classe *Scorpene*, de projeto francês (MARINHA DO BRASIL, 2015a). O Brasil, porém, não tem experiência no projeto de submarinos, e na construção de submarinos com propulsão nuclear. Essa lacuna é objeto do processo de transferência de tecnologia da DCNS que está em curso (MARINHA DO BRASIL, 2015a, 2015b). A tendência é buscar adaptar a organização, procedimentos, práticas, ou seja, a cultura organizacional, à incorporação do SN-BR.

Incorporar um novo meio, com características e requisitos peculiares, mas mantendo a cultura organizacional pré-existente pode ter consequências desastrosas, como demonstra o acidente que resultou na perda do *Thresher* e das vidas de cento e vinte nove pessoas.

A cultura de segurança em submarinos existente na Marinha do Brasil pode ser percebida como focada no *sharp end* do sistema de segurança. Sua formação, foi fruto do recebimento de intercâmbio com as Marinhas de origem dos submarinos operados pela Marinha do Brasil, e da experiência operacional dos submarinistas brasileiros. Ela pode ser percebida, portanto, como basicamente reativa, pois busca a prevenção de acidentes com base na experiência obtida de eventos passados. Na perspectiva proposta por HOLLNAGEL (2014) a segurança em submarinos na Marinha do Brasil é nos moldes da *Safety I*. Basicamente, a segurança em submarinos foi percebida como tendo formação empírica, carente de uma estrutura formal e explícita de gerenciamento da cultura de segurança.

O advento da obtenção de submarino com propulsão nuclear pode tornar inadequado o sistema empírico e basicamente reativo de segurança em submarinos hoje existente na Marinha do Brasil. A Marinha norte-americana passou por um momento semelhante quando a obtenção do USS *Thresher*, cujo desempenho e características técnicas acabaram por demonstrar, na forma de um acidente catastrófico, a inadequação da cultura de segurança então existente. Seguindo o princípio básico de se aproveitar a experiência alheia para não se incidir nos mesmos problemas, foi realizada a análise dos eventos e do contexto que levou à perda do *Thresher*, empregando ferramentas de análise de acidentes em sistemas sociotécnicos complexos.

Aplicando modelos de causalidade acidental em sistemas sociotécnicos complexos os resultados das análises dos eventos que culminaram com a perda do *Thresher* levaram à elaboração de uma série de recomendações e indicadores de desempenho que podem ser aplicados aos submarinos da Marinha do Brasil, a fim de assegurar a segurança.

A estrutura e atribuições dos órgãos com responsabilidades sobre aspectos considerados importantes para a segurança em submarinos foram analisados à luz dos conceitos pertinentes à cultura, cultura organizacional, cultura de segurança em instalações nucleares, e cultura de segurança outras organizações onde a segurança é

primordial. A partir desta análise foram elaborados instrumentos que podem permitir avaliar a cultura de segurança em submarinos na Marinha do Brasil e fundamentar o seu desenvolvimento. Também foi proposto um modelo de estrutura para o gerenciamento da segurança em submarinos na Marinha do Brasil.

O propósito primordial da presente dissertação é sensibilizar para a necessidade de se evoluir a cultura de segurança em submarinos em direção ao conceito de *Safety II* (HOLNAGEL, 2014), onde a segurança se torne uma propriedade do sistema e não um estado do sistema. Se o propósito primordial for atingido, esta dissertação pode então ter o propósito subsidiário de propor instrumentos e conceitos que possivelmente permitam o desenvolvimento de uma cultura de segurança em submarinos adequada ao advento do submarino com propulsão nuclear brasileiro.

Sugere-se a realização de trabalho de mapeamento das atribuições das autoridades da Marinha com responsabilidade sobre processos pertinentes à segurança em submarinos com o emprego da metodologia proposta por RASMUSSEN e SVEDUNG (2000), a fim de dotar a Marinha do Brasil de um sistema de segurança em submarinos adequado ao desafio representado pelo advento do submarino com propulsão nuclear. É conveniente que tal medida, se considerada pertinente, seja adotada o quanto antes, a fim de que se possa dar início ao processo de transformação da cultura de segurança em submarinos.

Pode ser conveniente realizar uma análise detalhada dos processos pertinentes ao projeto, construção, comissionamento, operação, manutenção e descomissionamento do SN-BR. Para realizar essas análises sugere-se o emprego do STAMP e do FRAM, em conjunto, para se obter uma análise mais abrangente e completa. Como resultado das análises detalhadas desses processos podem ser identificados aspectos importantes para a segurança que passaram despercebidos neste trabalho.

Finalmente, sugere-se que sejam elaboradas listas de verificação de auditoria de cultura de segurança em submarinos seguindo o paradigma preconizado no anexo 95003.02A do NRC *inspection manual* (NRC, 2011b). A elaboração dessas listas demanda um conhecimento detalhado da estrutura e das práticas de segurança em cada organização. Sua elaboração deverá ser realizada por pessoal experiente nas atividades auditadas. Os critérios de auditoria deverão ser formalmente estabelecidos em um procedimento específico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADO, 2001 “Marinha desiste de recuperar submarino”, **Estadão On Line**, 21 de junho 2001. Sítio eletrônico da Agência Estado na rede mundial de computadores Disponível em: <<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,marinha-desiste-de-recuperar-submarino,200110621p19466>> Acesso em: 16 out. 2015.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA. **The Safety of Nuclear Power**. INSAG-5, Vienna, IAEA, 1992.

\_\_\_\_\_. **Safety Glossary: Terminology used in Nuclear Safety and Radiation Protection**. Vienna, IAEA, 2007.

\_\_\_\_\_. **Reference Report for the IAEA Safety Culture Assessment Review Team (SCART)**. SVS-16, Vienna, IAEA, 2008.

AGULHON, S., PÉCAUD, D., GUARNIERI, F., “Rethinking Nuclear Safety Management: Injunction as a Meta-Concept”. In: **Proceedings of the European Safety and Reliability Conference**, pp. 615-620, Wroclaw, Set. 2014.

AULETE, F. J. C.; VALENTE, A. L. S. **Aprestamento**. iDicionário Aulete. Lexikon Editora Digital, 2014. Disponível em: <<http://www.aulete.com.br/aprestamento>> Acesso em: 07 nov. 2015.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Prontificar**. iDicionário Aulete. Lexikon Editora Digital, 2014. Disponível em: <<http://www.aulete.com.br/prontificar>> Acesso em: 07 nov. 2015.

BASE ALMIRANTE CASTRO E SILVA. **Missão**. Sítio eletrônico da BACS na rede mundial de computadores. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/bacs/missao.htm>> Acesso em 04 jul. 2015.

BECKER, C.; HOMMES, Q. V. E. **Transportation Systems Safety Hazard Analysis Tool - SafetyHAT 1.0 - 2014**. Programa de análise pelo método STAMP. Disponível em: <<http://volpedb1.volpe.dot.gov/SafetyHAT/>> Acesso em: 25 jun. 2015.

BELCHIOR, A. G. [entrevista sobre segurança em submarinos], Rio de Janeiro, 2015. Entrevista concedida a T.Q. de Linhares

BENDASSOLLI, P. F., SOBOLL, L. A. (Org.). **Métodos de Pesquisa e Intervenção em Psicologia do Trabalho, Clínicas do Trabalho**. 1 ed. São Paulo, Atlas, 2014.

BERGERSEN, C. E. B. 2003, **Tool to be used to survey and improve Safety Culture in the European Railway Industry**. M.Sc. dissertation, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, Norway.

BOSI, Alfredo, **Dialética da Colonização**. 3.ed. São Paulo, Companhia das Letras, 1992.

BOWMAN, F. L. **Statement of Admiral F. L. "Skip" Bowman, U. S. NAVY Director, Naval Nuclear Propulsion Program, before the House Committee on Science, 29 October 2003**. Transcrição de discurso da sítio eletrônico na rede mundial de computadores da Marinha norte-americana. Disponível em: <<http://www.navy.mil/navydata/testimony/safety/bowman031029.txt>> Acesso em: 21 dez. 2014

BRANDÃO, G., 2014, “Primeiro submarino nuclear brasileiro fica pronto em 2023, diz Almirante”, **Poder Naval**, 14 fevereiro 2014. Sítio eletrônico na rede mundial de computadores do blog Poder Naval. Disponível em: <<http://www.naval.com.br/blog/2014/02/14/primeiro-submarino-nuclear-do-pais-fica-pronto-em-2023-diz-almirante/>> Acesso em 16 out. 2015

BRASIL. Lei nº4118, de 27 de agosto de 1962. Dispõe sobre a política nacional de energia nuclear, cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 19 set. 1962 e 25 set. 1962.

\_\_\_\_\_. Lei nº6.189, de 16 de dezembro de 1974. Altera a Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, e a Lei nº 5.740, de 1 de dezembro de 1971, que criaram, respectivamente, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - CBTN, que passa a denominar-se Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 dez. 1974.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.880, de 9 de dezembro de 1980. Dispõe sobre o Estatuto dos Militares. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 11 dez. 1980.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 88.545, de 26 de julho de 1983. Aprova o Regulamento Disciplinar para a Marinha. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 27 jul. 1983.

\_\_\_\_\_. Lei nº7.781, de 27 de junho de 1986. Dá nova redação aos artigos 2º, 10 e 19 da Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 28 jun. 1986.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988: compilada. Sítio na rede mundial de computadores da Casa Civil da Presidência da República. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)> Acesso em: 27 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. Decreto nº5.417, de 13 de abril de 2005. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Comando da Marinha, do Ministério da Defesa, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 14 abr. 2005. Seção 1. pp.1-4.

\_\_\_\_\_. Decreto nº5.667, de 10 de janeiro de 2006. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jan. 2006.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Seção 1, pp.4-14.

CAMPOS, L. C. C.; LINHARES, T. Q.; CORDEIRO, J. L. I. C.; *et al.*, 2004, **Os Oficiais de Marinha e sua Percepção do Brasil e das Forças Armadas**. Trabalho acadêmico, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CARRETEIRO, T. C. O.; BARROS, V. A.; Intervenções Psicossociológicas. In: **Métodos de Pesquisa e Intervenção em Psicologia do Trabalho. Clínicas de Trabalho**. BENDASSOLLI, Pedro F., SOBOLL, Liz Andrea P. (Org.) 1. ed. São Paulo: Atlas, 2014

CARRION, A; JABALOYES, J.; LÓPEZ, A. "The Characteristics Matrix as a Tool for Analyzing Process Structure". **International Journal of Production Research, Taylor & Francis**, v. 45, n. 2, pp. 385-400, 2007.

CASEY, T. W.; RISENBOROUGH, K. M.; KRAUSS, A. D., "Do you see what I see? Effects of national culture on employees' safety-related perceptions and behavior", **Accident Analysis and Prevention** n. 78, pp. 173-184, 2015.

CASSEL, R. A. **Cultura Organizacional**, Apresentação de Slides da Disciplina Ambientação a Sistemas de Produção no curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS, 2012. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/510\\_aula\\_3\\_cultura\\_organizacional.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/510_aula_3_cultura_organizacional.pdf)> Acesso em: 22 dez. 2014.

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE ÁTTILA MONTEIRO ACHÉ. **Missão**. Sítio eletrônico do CIAMA na rede mundial de computadores. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/ciama/missao.htm>> Acesso em: 04 jul. 2015.

COLLINS, D. **HRO Safety Culture Definition: An Integrated Approach**, Palestra proferida na NRC em 29 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/enforcement/hro-sc-collins.pdf>> Acesso em: 01 jan. 2015.

COMANDANTE-EM-CHEFE DA ESQUADRA. **Relatório de Situação de Perigo (RelSitPer)**. NORMESQ 30-09B. Niterói, COMEMCH, 2002.

\_\_\_\_\_. **Prevenção de acidentes em navios durante os Períodos de Manutenção**. NORMESQ 40-07A. Niterói, COMEMCH, 2005.

\_\_\_\_\_. **Planejamento Estratégico Organizacional**. 1ªRev. 2015-2018. Niterói: ComEmCh, 2015. Sítio eletrônico da rede mundial de computadores do Comando em Chefe da Esquadra. Disponível em: <<https://www1.mar.mil.br/comemch/sites/www1.mar.mil.br/comemch/files/documentos/Of10-15-2015-ComemCh-An-PEO-002.pdf>> Acesso em: 25 set. 2015.

COMANDO DA FORÇA DE SUBMARINOS. **Prevenção de Acidentes**. NORSUB 40-35. Mocanguê, ComForS, 2008.

\_\_\_\_\_. **Inspeção de Socorro e Salvamento**. NORSUB 60-01B. Mocanguê, ComForS, 2011.

\_\_\_\_\_. **Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes em Submarinos (SIPASB)**. NORSUB 60-06. Mocanguê, ComForS, 2011.

\_\_\_\_\_. **Condições e instruções para sobrevivência em um submarino sinistrado**. NORSUB 60-09. Mocanguê, ComForS, 2011.

\_\_\_\_\_. **A Missão do Comando da Força de Submarinos**. Sítio eletrônico na rede mundial de computadores. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/forsub/missao.html>> Acesso em: 28 jan. 2015.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas**. CNEN-NE-1.26. Rio de Janeiro, CNEN, 1997.

\_\_\_\_\_. **Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras Instalações**. CNEN-NN-1.16. Rio de Janeiro, CNEN, 2000.

\_\_\_\_\_. **Licenciamento de Instalações Nucleares**. CNEN-NE-1.04. Rio de Janeiro, CNEN, 2002.

COOPER, D. **Improving Safety Culture: A practical Guide**, London, John Wiley & Sons Ltd., 2001.

\_\_\_\_\_. "Surfacing Your Safety Culture". In: **Proceedings of Major Hazard Commission at the Federal Ministry of Environment: Human Factors Conference**, Loccum, Germany, 4-6 March 2002.

\_\_\_\_\_. "Safety Culture: A model for understanding & quantifying a difficult concept", **Professional Safety**, Jun. pp. 30-36, 2002.

\_\_\_\_\_. **Behavioral Safety, a Framework for Success**. 1 ed. Franklin, B-Safe Management Solutions, 2009.

DAMATTA, R. **Carnavais, malandros e heróis: para uma sociologia do dilema brasileiro**. 6 ed. Rio de Janeiro, Rocco, 1997

D'ARAÚJO, M. C.; CASTRO, C.; CHEIBUB, Z. B. **O Brasil e as Forças Armadas na Percepção dos Oficiais da Marinha**. Rio de Janeiro, CPDOC, 2002.

DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS EUA. **DoD Human Factors Analysis and Classification**. Ver.07, Arlington, DoD, 2014.

DIRETORIA DE ENGENHARIA NAVAL. **Inspeção Estrutural e Reparo de Submarinos da Classe Tupi**. ENGENALMARINST 10-02. Rio de Janeiro, DEN, 2003.

\_\_\_\_\_. Missão da DEN. Sítio eletrônico da rede mundial de computadores. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/den/missao.htm>> Acesso em: 22 Jun. 2015.

DIRETORIA-GERAL DO MATERIAL DA MARINHA. **Manual de Segurança de Aviação**. DGMM-3010 (Rev.3). Rio de Janeiro, DGMM, 2011.

\_\_\_\_\_. Portaria nº318, de 23 de setembro de 2011. Aprova o Regulamento do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo. **Boletim da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, 10 out. 2011, nº 09 de 2011, Tomo I - Administrativo, pp.108-116.

\_\_\_\_\_. Portaria nº312, de 18 de julho de 2013. Aprova o Regulamento da Diretoria de Engenharia Naval. **Boletim da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, 31 jul. 2013, nº07 de 2013, Tomo I - Administrativo, pp.14-20.

\_\_\_\_\_. Portaria nº585, de 10 de novembro de 2014. Aprova o Regulamento do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro. **Boletim da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, 30 nov. 2014, nº 11 de 2014, Tomo I - Administrativo, pp.43-53.

DIRETORIA-GERAL DO PESSOAL DA MARINHA. **Normas para avaliação de militares, organização, funcionamento e procedimentos da Comissão de Promoção de Praças, aplicação da quota compulsória, alteração de dados cadastrais e cômputo e registro de tempos**. DGPM-313 (Rev.2). Rio de Janeiro, DGPM, 2012

DIXON, N. **On the Psychology of Military Incompetence**. 1 ed. Londres, Random House, 1994.

DO AMPARO, S. M. T. [entrevista sobre segurança em submarinos], Rio de Janeiro, 2015. Entrevista concedida a T.Q. de Linhares

DUHIGG, C. **O Poder do Hábito: por que fazemos o que fazemos na vida e nos negócios**. 1. ed. Rio de Janeiro, Objetiva, 2012.

DUNCAN, F. **Rickover and the Nuclear Navy: the Discipline of Technology**. Annapolis, United States Naval Institute, 1990.

ESTADO-MAIOR DA ARMADA. Processo de Planejamento Militar. In: **Manual de Planejamento Operativo da Marinha - EMA 311**. 1.ed. Brasília, EMA, 2006, v. 1

\_\_\_\_\_. Portaria nº115, de 30 de junho de 2008. Aprova do Regulamento do Comando de Operações Navais (ComOpNav). **Boletim da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, 30 jul. 2008, nº6 de 2008, Tomo I - Administrativo, pp.35-39.

\_\_\_\_\_. **Regulamento do Estado-Maior da Armada**. Brasília, EMA, 2016.

\_\_\_\_\_. **Doutrina de Liderança da Marinha**. EMA-137 (Rev.1). Brasília, EMA, 2013.

\_\_\_\_\_. Portaria nº90, de 05 de maio de 2015. Aprova o Regulamento da Diretoria-Geral do Material da Marinha e dá outras providências. **Boletim da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, 29 mai. 2015, nº05 de 2015, Tomo I - Administrativo, pp.24-31.

FERRAZ, I. R.; ALBERTO, D. G. "A criação de uma cultura organizacional: uma perspectiva comunicacional". **Seminários em Administração FEA-USP**, 231, São Paulo, SP, Brasil, 09-10 Agosto 2007.

FLEMING, M., 2007, **Developing Safety Culture Measuring Tools and Techniques based on site audits rather than questionnaires**, Saint Mary's University, Halifax, Nova Scotia, Canada.

FLETCHER, R. "CAST (Causal Analysis using System Theory) Accident Analysis". **International System Safety Training Symposium**, 57, Saint Louis, Missouri, USA, 4-8 August 2014.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS PROJETOS. **100 anos da Força de Submarinos do Brasil**. Rio de Janeiro, FGV Projetos, 2014.

GABLER, U., **Projeto de Submarinos**. 1 ed. São Paulo, Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro/ Escritório Técnico de Construção Naval em São Paulo, 1991.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo, Atlas 2008.

GODET, M. **A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica**. Lisboa, Cepes, 2000.

\_\_\_\_\_. **MICMAC 6.1.2 - 2003/2004**, programa de análise pelo método MICMAC. Disponível em: <<http://en.lapropective.fr/methods-of-prospective/downloading-the-applications/download/NwqrdZ5hKMAR1a8iblAv/tuxaua%40yahoo.com>>

Acesso em: 18 ago. 2015

\_\_\_\_\_; DURANCE, P. **Strategic Foresight: For Corporate and Regional Development**. Paris, Dunod, 2011.

GORDON, R.; KIRWAN, B. "Developing a safety culture in a research and development environment: Air Traffic Management domain". **Europe Chapter of the Human Factors and Ergonomic Society Conference**. Delf, The Netherlands, 27-29 October 2004

GUIMARÃES, L. S., 1999, **Síntese de Doutrina de Segurança para Projeto e Operação de Submarinos Nucleares**. Tese D.Sc., Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **HSE Human Factors Briefing Note No. 7 Safety Culture**, London, HSE, 2014.

HIGGINS, C. **Nuclear Submarine Disasters**. 1 ed. Philadelphia, Chelsea House, 2002.

HILL, R. **FRAM Model Visualizer 0.3.2.**, programa de visualização de modelo FRAM. Disponível em: <<http://zerprize.com/FRAM/download/FRAM%20Model%20Visualiser.MSI>> Acesso em: 28 jul. 2015.

HOLLNAGEL, E. **The ETTO Principle - Efficiency-Thoroughness Trade-Off: Why Things That Go Right Sometimes Go Wrong**. Surrey, Ashgate, 2009.

\_\_\_\_\_. **FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – Modelling Complex Socio-Technical Systems**. 1 ed. Farnham: Ashgate, 2012.

\_\_\_\_\_. **Safety I and Safety II**. 1 ed. Surrey: Ashgate, 2014.

INSTITUTE OF NUCLEAR POWER OPERATIONS. **Principles for a Strong Nuclear Safety Culture**. Atlanta, INPO, 2004.

\_\_\_\_\_. **Achieving Excellence in Performance Improvement: Leader and Individual Behaviors That Exemplify Problem Prevention, Detection, and Correction as a Shared Value and a Core Business Practice**. INPO 09-011. Atlanta, INPO, 2009.

\_\_\_\_\_. **Benchmarking – Nuclear Safety Culture Practices**. INPO 12-006, Rev. 1. Atlanta, INPO, 2012.

\_\_\_\_\_. **Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture**. INPO 12-012 Rev. 1, Atlanta, INPO, 2013.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo, Cenage Learning, 2011.

KRZYWICKI, R. S.; KEESEY, M. B. "Using the Safety Perception Survey to Assess Your Organization's Safety Culture". **Du Pont Webminar**, sítio da Du Pont na rede mundial de computadores, 21 April 2011. Disponível em:

<[http://www.dupont.com.br/etc/designs/dupont/tools/dss/source/pdfs/BobKrzywicki\\_OHandS\\_Webinar.pdf](http://www.dupont.com.br/etc/designs/dupont/tools/dss/source/pdfs/BobKrzywicki_OHandS_Webinar.pdf)> Acesso em: 19 dez 2014.

LARAIA, R. B. **Cultura: um conceito antropológico**, 14 ed. Rio de Janeiro, Zahar, 2001.

LEPLAT, J.; HOC, J. "Tache et Activite dans l'Analyse Psychologique des Situations" **Cahiers de Psychologie Cognitive**, v. 3, n. 1, pp. 49-63, 1983.

LEVESON, N. **Engineering a safer world: systems thinking applied to safety**. Cambridge, MIT Press, 2011

LINHARES, T. Q. de. 2004, **Vegetius e o Pensamento Estratégico Militar**. Ensaio, Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

LODGE, M. **Magnitude Scaling, Quantitative Measurement of Opinions**. Beverley Hills, SAGE, 1981.

MARINHA DO BRASIL. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. Sítio eletrônico da rede mundial de computadores. Disponível em: <[http://www.mar.mil.br/hotsites/sala\\_imprensa/pdf/temas/snbr.pdf](http://www.mar.mil.br/hotsites/sala_imprensa/pdf/temas/snbr.pdf)> Acesso em: 03 Fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. Folder de divulgação do PROSUB. Sítio eletrônico da rede mundial de computadores. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/prosub\\_folder.pdf](https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/prosub_folder.pdf)> Acesso em: 24 Jun. 2015.

MESERVE, R. A., "Safety Culture: an NRC Perspective". **INPO CEO Conference**, discurso proferido, Atlanta, Georgia, USA, 8 November 2002.

MOREIRA, E. F. P. "Utilização de Matrizes de Impacto Cruzado para Construção de Cenários: O Caso do Mercado Internacional para o Açúcar e o Álcool Brasileiros". **Revista Pensamento & Realidade**, v. 26, n. 3, pp. 26-44, 2011.

MORROW S.; BARNES, V. **Independent Evaluation of INPO's Nuclear Safety Culture Survey and Construct Validation Study**. Rockville, NRC, 2012.

NERY, M. "O submarino verde-e-amarelo – O Tikuna tem equipamentos de ponta desenvolvidos no Brasil". **Desafios do Desenvolvimento**, Ano 3, n. 28, pp. 48-53, 2006.

NUCLEAR ENERGY INSTITUTE. **Nuclear Safety Culture Assessment Process Manual**. Rev.0 Washington, NEI, 2009.

NUCLEAR QUALITY STANDARDS ASSOCIATION. **Safety Culture NSQ-100**. Neuilly-sur-Seine, NQSA, 2011.

PIRES, J. C. de S.; MACÊDO, K. B. "Cultura Organizacional em Organizações Públicas no Brasil" **Revista de Administração Pública**, v.40, n.1, pp. 81-105, 2006.

PONTE JÚNIOR, G. P., **Gerenciamento de Riscos Baseado em Fatores Humanos e Cultura de Segurança**. 1 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2014.

RASMUSSEN, J.; SVEDUNG, I. **Proactive Risk Management in a Dynamic Society**. 1 ed. Karlstad, Swedish Rescue Services Agency, 2000.

REASON, J. **Managing the Risks of Organizational Accidents**. Aldershot, Ashgate Publishing Ltd., 1997.

\_\_\_\_\_. **A life in error: from little slips to big disasters**. 1 ed. Surrey: Ashgate, 2013.

SCHEIN, E. H., **Organizational Culture and Leadership**. 3 ed. San Francisco, Jossey-Bass, 2004.

SEGUNDO, L. F. S. C., [entrevista sobre segurança em submarinos], Rio de Janeiro, 2015. Entrevista concedida a T.Q. de Linhares.

SOUSA, A. L., FRUTUOSO E MELO, P. F., DUARTE, J. P., *et al.* “On the Impact of Human and Organizational Archetypes on Human Failure Probabilities Used in Risk Analyses”. **Chemical Engineering Transactions** v.31, pp.409-414, 2013.

SUN T., SUN, P., **A Arte da Guerra**. 1 ed. São Paulo, Martins Fontes, 2002.

THE HOFSTEDE CENTER. **Cultural Tools: Country Comparison**. Sítio na rede mundial de computadores. Disponível em: <<http://geert-hofstede.com/national-culture.html>> Acesso em: 15 dez. 2014.

\_\_\_\_\_. **Cultural Tools: Country Comparison, Brazil**. Sítio na rede mundial de computadores. Disponível em: <<http://geert-hofstede.com/brazil.html>> Acesso em: 15 jan. 2015.

THOMAS, J. **Extending and Automating a System-Theoretic Hazard Analysis for Requirements Generation and Analysis**. SAND2012-4080. Albuquerque, Sandia National Laboratories, 2012.

\_\_\_\_\_.; LEVESON, N. "Performing Hazard Analysis on Complex, Software- and Human-Intensive Systems". In: **Proceedings of the International System Society Conference ISSC**, Las Vegas, Nevada, USA, 8-12 August 2011.

TINGLE, C., "Submarine Accidents: A 60-year Statistical Assessment". **Professional Safety**, Sept. pp.31-39, 2009.

U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. Final Safety Culture Policy Statement. Washington: **Federal Register** Vol. 76, No. 114, pp.34773-34778, Tuesday, June 14, 2011.

\_\_\_\_\_. Enclosure 95003.02-A Sample Inspection Requirements for Safety Culture Components. In: **U.S. Nuclear Regulatory Commission. NRC Inspection Manual. Inspection Procedure 95003**. Rockville: NRC, 2011.

\_\_\_\_\_. Inspection Procedure 95002. In: **U.S. Nuclear Regulatory Commission. NRC Inspection Manual**. Rockville, NRC, 2011.

\_\_\_\_\_. Inspection Procedure 95003. In: **U.S. Nuclear Regulatory Commission. NRC Inspection Manual**. NRC Inspection Manual. Rockville: NRC, 2011.

\_\_\_\_\_. Manual Chapter 0305: Operating Reactor Assessment Program. In: **U.S. Nuclear Regulatory Commission. NRC Inspection Manual**, Rockville, NRC, 2014.

\_\_\_\_\_. Manual Chapter 0310: Components Within the Cross-Cutting Areas. In: **U.S. Nuclear Regulatory Commission. NRC Inspection Manual**. Rockville, NRC, 2014.

\_\_\_\_\_. **Reactor Oversight Process**. NUREG-1649 Rev.5. Washington: NRC, 2014.

\_\_\_\_\_. **Safety Culture Common Language**. NUREG-2165. Washington: NRC, 2014.

WEICK, K. E. "Organizational culture as a source of high reliability". **California Management Review**, v.29, n. 2, pp. 122-127, 1987.

WIEGMANN, D. A.; ZHANG, H.; SHARMA, G; *et al.* **Safety Culture: a review.** Technical Report ARL-02-3/FAA-02-2, New Jersey: Federal Aviation Administration: 2002.

WORKPLACE PRESS. **Safety Culture Assessment Tool: An Overview.** Wellington, Workplace Press, 2006.

WORLD ASSOCIATION OF NUCLEAR OPERATORS. **WANO Principles: Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture.** PL 2013-1. London, WANO, 2013.

**APÊNDICE A – ANÁLISE DO ACIDENTE DO THRESHER PELO MÉTODO STAMP**

Empregando a abordagem STAMP foi elaborado o modelo sociotécnico apresentado nas Figuras 16 e 17, e cujo comportamento dinâmico consta da Figura 18.

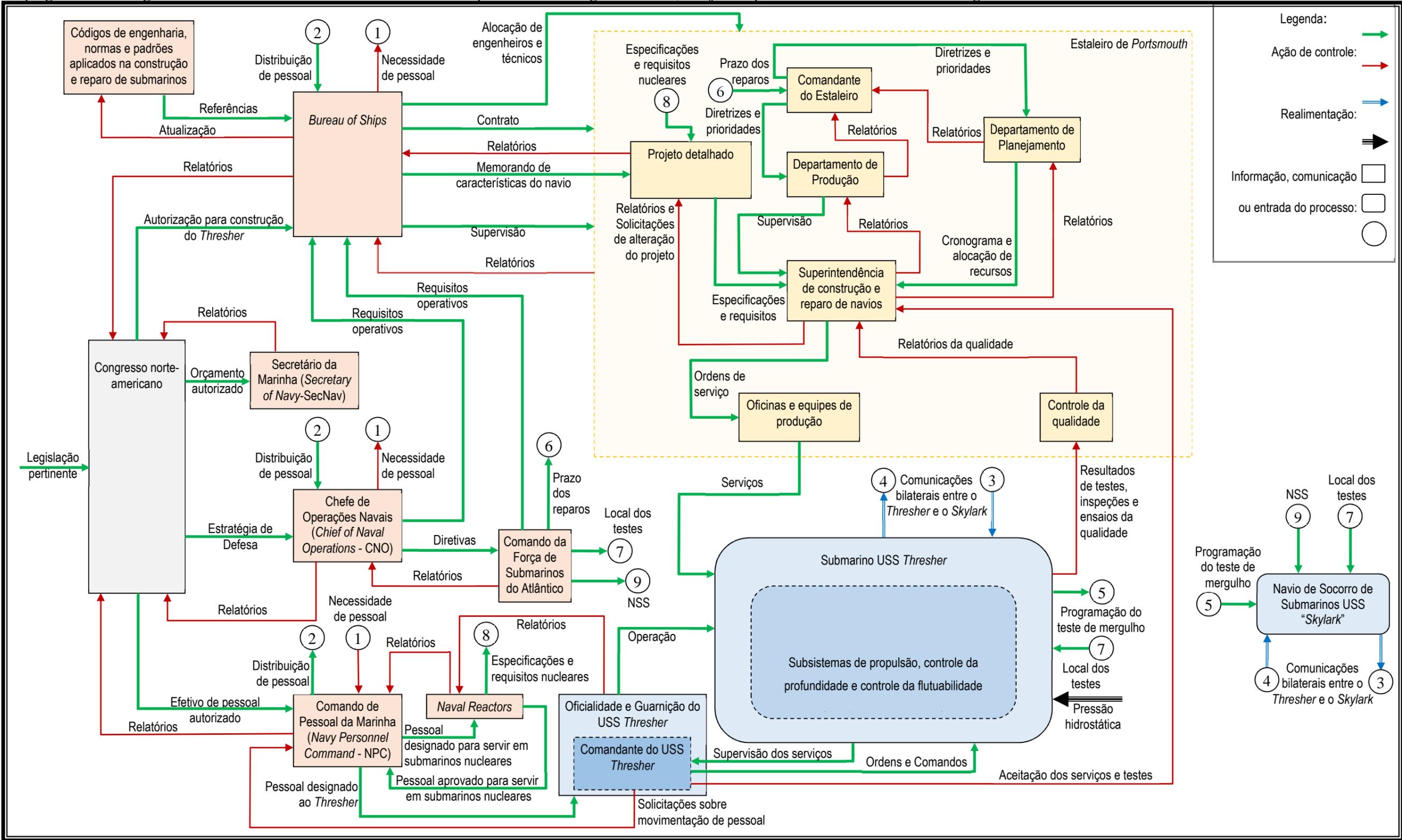
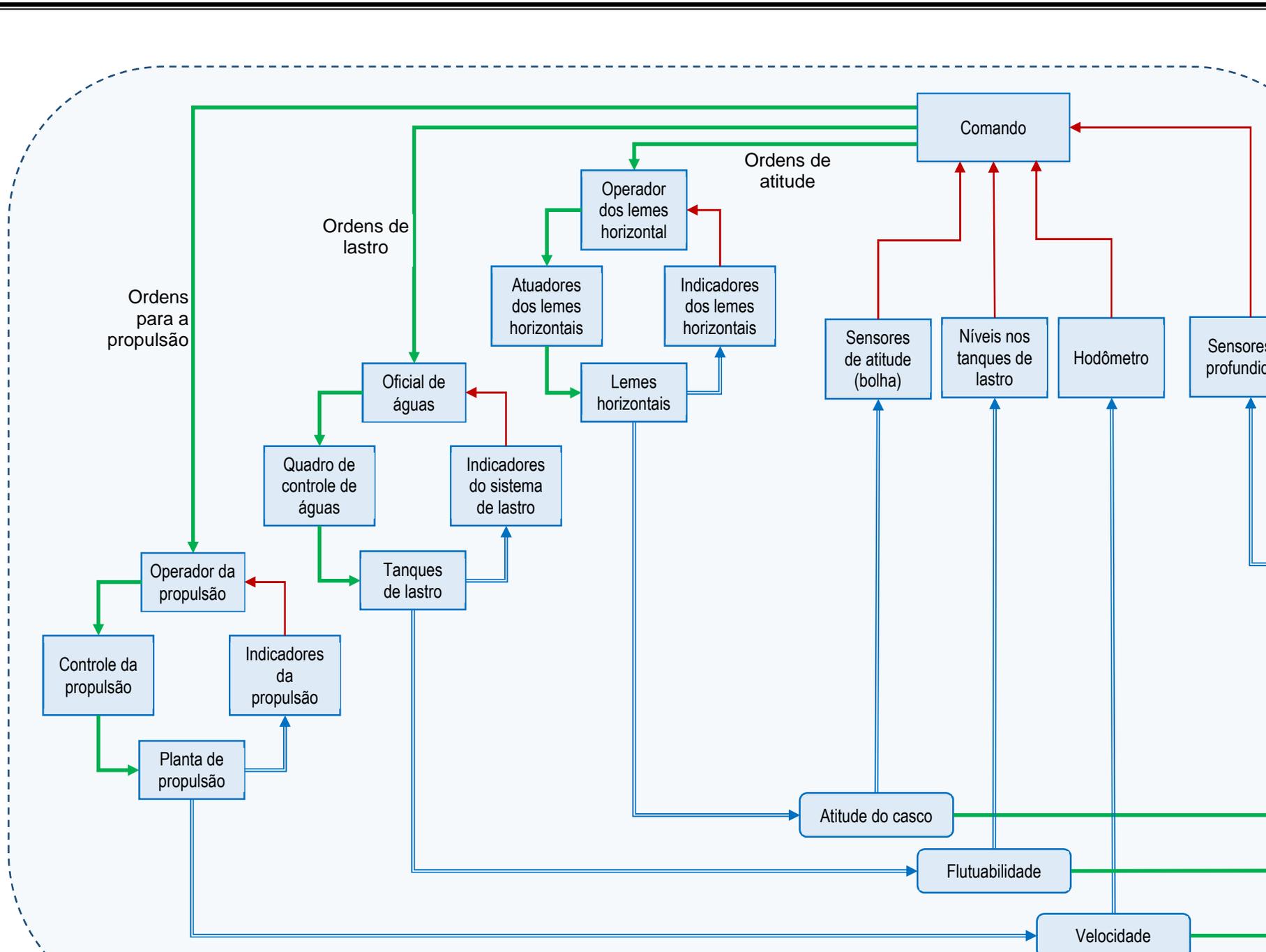


Figura 16- Estrutura do sistema pertinente ao acidente do *Thresher* elaborado pela metodologia STAMP.





Análise STPA do sistema sócio tecnológico pertinente ao acidente do *Thresher*:

Para possibilitar uma análise mais detalhada e metódica do sistema ele foi subdividido em subsistemas pertinentes a variáveis, que foram elencadas segundo seu significado. A avaliação do significado das variáveis foi feita pela análise da estrutura do sistema e pelo modelo de dinâmica do sistema. As variáveis são consideradas mais significativas na medida em que são percebidas como sendo diretamente relacionadas à liberação do perigo.

No sistema em tela o perigo foi identificado como sendo a pressão hidrostática na profundidade onde o submarino se encontra. Se o submarino mergulhar a uma profundidade onde a pressão hidrostática exceda a resistência estrutural de seu casco resistente haverá a falha catastrófica do mesmo. A falha do casco resultará na comunicação da pressão hidrostática ao interior do casco resistente, implicando na morte da tripulação, destruição dos equipamentos e perda do submarino.

Pela análise do modelo dinâmico do sistema e sua estrutura foram identificadas as seguintes variáveis como sendo mais significativas:

A. Proficiência da tripulação, que foi considerada como variável significativa devido ao fato que ela influenciará a capacidade de a tripulação perceber riscos e mitigá-los.

B. Profundidade de operação, que pode ser considerada como uma variável significativa por estar diretamente relacionada à exposição ao perigo, identificado como sendo uma pressão hidrostática que exceda a resistência estrutural do casco resistente. Manter o submarino em uma profundidade menor que a profundidade de colapso do casco resistente é o requisito essencial para não expor o submarino ao perigo identificado.

C. Integridade do envelope estanque, que é uma variável significativa por representar a barreira entre as pessoas (tripulantes) e equipamentos e a água do mar à pressão da profundidade em que o submarino está operando.

D. Percepção do risco nas operações de submarinos nucleares, considerada como uma variável significativa por influenciar diretamente o planejamento, controle e gerenciamento de todas as atividades e serviços pertinentes ao submarino nuclear. No modelo não há menção direta a esta variável, mas ela foi considerada como tendo duas componentes: a percepção de que falhas em juntas de água salgada são normais e a percepção dos riscos de testes de mergulho.

Dinâmica das interações entre as variáveis identificadas como mais significativas:

Do modelo da dinâmica do sistema proposto é possível identificar a interação entre as variáveis descritas nos parágrafos anteriores segundo os modelos identificados por LEVESON (2011) identificou como arquétipos organizacionais significativos para a segurança. Tais arquétipos podem ser empregados para se entender o comportamento dinâmico de um sistema e suas implicações para a segurança (SOUSA *et al.*, 2013).

Na dinâmica do sistema é possível perceber que a percepção de que falhas em juntas de água salgadas como sendo algo normal é o resultado de uma malha de equilíbrio (*balancing loop*) onde a frequência de falhas de juntas de água salgada tende a aumentar conforme diminui a efetividade da supervisão do *Bureau of Ships* sobre os serviços dos estaleiros, tais falhas, em submarinos que não operavam em profundidades tão grandes como as do *Thresher*, não tinham consequências sérias. Portanto, a percepção de que falhas em juntas de redes de água salgada pode ter atingido um ponto de equilíbrio adequado para o paradigma tecnológico até então vigente. Com o novo paradigma tecnológico representado pelo *Thresher* a ordem de magnitude das cargas sobre as juntas das redes de água salgada era tal que falhas tinham consequências muito sérias. A percepção, por conseguinte, era inadequada e prejudicou a percepção do risco a que foi exposto o *Thresher* no teste de mergulho.

A proficiência da tripulação também teve uma dinâmica que pode ser identificada com um arquétipo organizacional. Nesse caso também se observa uma malha de equilíbrio onde o aumento da taxa de rotatividade dos submarinistas reduz a proficiência da tripulação, que por sua vez reduz a qualidade da supervisão dos serviços realizados pelo estaleiro, que reduz a qualidade dos serviços, que aumenta a frequência de falhas nas redes de água salgada. Tais falhas são percebidas como sendo algo normal. Assim a proficiência da tripulação não é questionada, e se aceita a elevada rotatividade das tripulações. Tal dinâmica pode ter atingido um ponto de equilíbrio adequado para a magnitude das cargas e perigos a que estavam expostos os submarinos de gerações anteriores ao *Thresher*. O advento do *Thresher*, sem que o sistema tivesse sido criticado para tornar-se adequado às exigências do novo paradigma tecnológico, pode ter tornado a perda do *Thresher* só uma questão de tempo.

As variáveis integridade do envelope estanque e profundidade de operação podem ser relacionados, simplificadamente, em uma malha de reforço (*reinforcing loop*).

Essa dinâmica aponta a importância de se evitar a exposição do submarino a profundidades acima da profundidade de colapso no teste de mergulho, assim como buscar meios para garantir que a taxa de aumento da profundidade seja controlada.

Não foi realizada a simulação do modelo da dinâmica do sistema, pois não se dispunha dos parâmetros e taxas necessárias, além de ter sido considerado como estando além do escopo proposto.

Análise das ações de controle com emprego da ferramenta SafetyHAT (BECKER; HOMMES, 2014):

Pela análise do sistema realizada segundo os conceitos do STAMP foram identificados os seguintes apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Acidentes identificados e sua relação aos perigos do sistema.

Acidente	Perigo
Perda de controle da planta de propulsão	Névoa salina ou jato de água salgada
	Procedimentos inadequados
Perda de integridade do envelope estanque	Pressão hidrostática
	Procedimentos inadequados
Perda da funcionalidade da válvula de expansão de ar comprimido do sistema de lastro	Gelo nas válvulas de ar comprimido
	Procedimentos inadequados
Perda do controle da profundidade	Procedimentos inadequados
Colapso do casco estanque	Pressão hidrostática

A identificação dos acidentes foi fundamentada na definição empregada na análise STAMP onde um acidente é percebido como uma perda (LEVESON, 2011).

Os perigos foram identificados como aqueles elementos do sistema que, se não forem evitados, controlados ou contidos, podem conduzir à perda (acidente). Procedimentos inadequados não correspondem à noção convencional de um perigo. Mas na análise do sistema em tela foi possível perceber que as perdas foram influenciadas pela falta de mecanismos de controle que detectassem e impedissem o emprego de procedimentos inadequados. Por este motivo este aspecto foi considerado um perigo do sistema.

## **APÊNDICE B – Análise do acidente do *Thresher* pelo FRAM**

O ponto de partida para elaboração do modelo foram as funções básicas necessárias para a segurança de submarinos nucleares propostas por GUIMARÃES (1999).

Na primeira iteração não foram abordados aspectos organizacionais, mas tão somente aqueles diretamente ligados à segurança do submarino quando em operação. O modelo elaborado na primeira iteração consta da Figura 19. Aquelas funções que, nesta iteração não tiveram sua variabilidade considerada foram tratadas como funções de fundo e não foram detalhadas. Nas iterações seguintes o modelo foi descrito com um nível crescente de detalhamento.

O modelo do sistema USS *Thresher* elaborado considera apenas os aspectos pertinentes à segurança em tempo de paz, não foram abordados aspectos ligados ao emprego do submarino como arma. Ou seja, não foi considerada a capacidade de sobrevivência (GUIMARÃES, 1999).

O modelo proposto na primeira iteração corresponde às funções básicas de qualquer submarino.

A partir das informações sobre o acidente que levou à perda do *Thresher* foi proposto um modelo FRAM onde pudessem ser caracterizadas funções e variabilidades pertinentes aos eventos pertinentes. O modelo elaborado foi fundamentado nos relatos de DUNCAN (1990) e HIGGINS (2012) sobre a perda do *Thresher*. Nele os aspectos cujas descrições não foram consideradas pertinentes foram omitidos. O modelo elaborado consta da Figura 20.

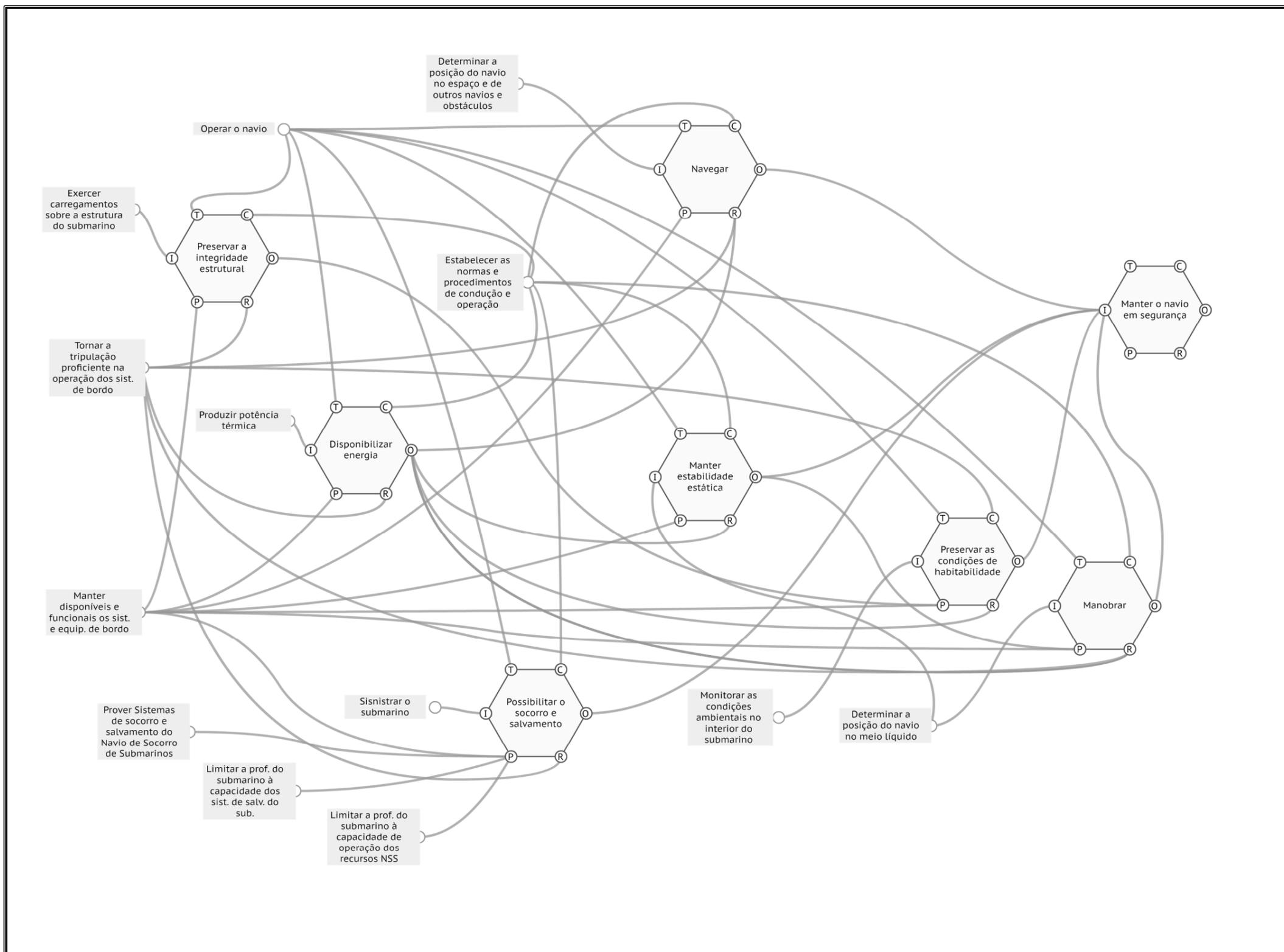


Figura 19 - Modelo FRAM do Sistema USS *Thresher* – Primeira Iteração  
 Elaborado usando o *FRAM Model Visualizer* 0.3.2 (HILL, 2015)



## APÊNDICE C – Lista de questões para Pesquisa de percepção de cultura de Segurança

A Tabela 14 apresenta as questões para elaboração de questionários para avaliação da cultura de segurança em submarinos

Tabela 14 – Lista de questões para avaliação de cultura de segurança

	NUREG-2165	Questões
1	Valores e ações de liderança de segurança (LA): Líderes demonstram comprometimento à segurança nas suas decisões e comportamentos.	
1.1	<p>LA.1 Recursos: Líderes se asseguram que o pessoal, equipamentos, procedimentos e outros recursos estão disponíveis e são adequados para dar suporte à segurança nuclear.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Meus superiores hierárquicos se asseguram de que o pessoal, os equipamentos, os procedimentos e outros recursos estão disponíveis e são adequados para dar suporte à segurança.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quando vou realizar uma faina os meus superiores hierárquicos se asseguram que tenho os recursos que preciso (ferramentas, procedimentos ou instruções e pessoal) para executá-la com segurança.</li> <li>2. Se não tenho os recursos que preciso (ferramentas, procedimentos ou instruções e pessoal) para realizar uma faina com segurança eu posso contar com o meu chefe para me ajudar conseguir o que está faltando.</li> <li>3. Meu chefe se preocupa em obter todos os recursos (ferramentas, procedimentos ou instruções e pessoal) que precisamos para realizar nossas fainas com segurança.</li> <li>4. Meu chefe verifica se temos os recursos necessários (ferramentas, procedimentos ou instruções e pessoal) para realizarmos nossas fainas com segurança.</li> </ol>
1.2	<p>LA.2 Presença no campo: Líderes são frequentemente vistos nas áreas das instalações onde se realizam os trabalhos, observando, orientando, reforçando padrões e expectativas. Desvios dos padrões e expectativas são prontamente corrigidas.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Meus superiores hierárquicos são frequentemente vistos nas áreas do submarino onde se realizam os trabalhos, observando, orientando, reforçando padrões e expectativas. Desvios dos padrões e expectativas são prontamente corrigidas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Meus superiores hierárquicos rotineiramente acompanham nossas atividades e verificam se estamos trabalhando com segurança.</li> <li>6. Meus superiores hierárquicos frequentemente me observam trabalhando, me orientam, corrigem e me dizem o que se espera de mim.</li> <li>7. É normal eu ver meus superiores hierárquicos acompanhando nosso trabalho para nos orientar.</li> <li>8. Os meus superiores hierárquicos estão sempre rodando o navio para ver o que está acontecendo e para nos orientar.</li> </ol>

	NUREG-2165	Questões
1.3	<p>LA.3 Incentivos, sanções e recompensas: líderes asseguram incentivos, sanções e recompensas alinhados com as políticas de segurança e reforçam comportamentos e desenlaces que refletem a segurança como a prioridade primordial.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Meus superiores hierárquicos se asseguram que incentivos, sanções e recompensas estão alinhadas com as políticas de segurança e reforçam comportamentos e desenlaces que refletem que a segurança vem sempre em primeiro lugar.</p>	<p>9. Colocar a segurança em primeiro lugar ajudará na avaliação que meu chefe faz de mim.</p> <p>10. Tripulantes que se preocupam com a segurança são considerados padrão.</p> <p>11. Meus superiores hierárquicos não toleram que a segurança seja prejudicada.</p> <p>12. Os tripulantes considerados padrão estão comprometidos com a segurança.</p> <p>13. Quem não cumpre as normas de segurança é considerado bola sete.</p> <p>14. Para um tripulante ser considerado na marca ele deve ter atenção à segurança.</p>
1.4	<p>LA.4 Comprometimento estratégico à segurança: Líderes asseguram que as prioridades da instalação estão alinhadas e refletem que a segurança nuclear é a prioridade primordial.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Meus superiores hierárquicos se asseguram que as prioridades estão alinhadas e refletem que a segurança vem sempre em primeiro lugar.</p>	<p>15. Os meus superiores hierárquicos colocam a segurança em primeiro lugar.</p> <p>16. Os meus superiores hierárquicos nos lembram de considerar a segurança antes de tudo.</p> <p>17. Meus superiores hierárquicos estão sempre atentos para corrigir ou alterar qualquer aspecto que prejudique a segurança.</p> <p>18. As ordens dos meus superiores hierárquicos são coerentes a prioridade à segurança.</p> <p>19. Antes de dar o pronto de uma faina devo verificar a segurança.</p> <p>20. No briefing das fainas o meu chefe nos alerta para os aspectos de segurança.</p> <p>21. Antes de qualquer outra coisa o meu chefe está preocupado com a segurança.</p>
1.5	<p>LA.5 Gerenciamento da mudança: Líderes usam um processo sistemático para avaliar e implantar a mudança de modo que a segurança nuclear permanece como a prioridade primordial.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Meus superiores hierárquicos avaliam o impacto e as consequências de mudanças empregando um processo sistemático, a fim de assegurar que a segurança esteja sempre em primeiro lugar.</p>	<p>22. Alterações de procedimentos ou em equipamentos são analisadas pelos meus superiores hierárquicos segundo um processo sistemático antes que sejam autorizadas.</p> <p>23. Alterações em procedimentos ou equipamentos são analisadas pelos meus superiores hierárquicos de forma sistemática, priorizando a segurança, antes de autorizá-las.</p> <p>24. Meus superiores hierárquicos analisam as propostas de alterações de procedimentos ou equipamentos usando um processo sistemático para ter certeza de que a segurança não foi prejudicada.</p> <p>25. Alterações de procedimentos ou equipamentos são analisadas de forma sistemática pelos meus superiores hierárquicos para ter certeza de que a segurança não é prejudicada.</p>

	NUREG-2165	Questões
1.6	<p>LA. 6 Papéis, responsabilidades e autoridades: Líderes claramente definem papéis, responsabilidades e autoridades para assegurar a segurança nuclear.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os meus superiores hierárquicos deixam perfeitamente claro os papéis, atribuições e responsabilidades de cada um, a fim de garantir a segurança.</p>	<p>26. Meus superiores hierárquicos definem com clareza as nossas atribuições e responsabilidades para com a segurança.</p> <p>27. Sei quais são as nossas atribuições e responsabilidades, pois elas são claramente definidas pelos nossos superiores hierárquicos.</p> <p>28. Meus superiores hierárquicos definem com clareza nossas responsabilidades e atribuições, de modo que a segurança é garantida.</p> <p>29. Meus superiores hierárquicos não deixam que tenhamos dúvidas sobre nossas atribuições e responsabilidades para com a segurança.</p>
1.7	<p>LA.7 Exame constante: Líderes asseguram que a segurança nuclear é constantemente escrutinada por intermédio de uma variedade de técnicas de acompanhamento, incluindo avaliações de cultura nuclear.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os meus superiores hierárquicos asseguram que a segurança do submarino é constantemente escrutinada por intermédio de várias técnicas de acompanhamentos, incluindo avaliações de cultura de segurança.</p>	<p>30. Meus superiores hierárquicos estão sempre avaliando as condições de segurança.</p> <p>31. A segurança está sempre sendo avaliada pelos meus superiores hierárquicos.</p> <p>32. Meu chefe avalia a segurança de várias formas para ter certeza de que não há discrepâncias.</p> <p>33. Meu chefe busca verificar se a segurança está sendo preservada de diversas formas.</p>
1.8	<p>LA.8 Comportamentos dos Líderes: Líderes exibem comportamentos que estabelecem o padrão para a segurança.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os Oficiais e Supervisores exibem comportamentos que servem de padrão para a segurança.</p>	<p>34. Os meus superiores hierárquicos dão o exemplo a respeito da segurança.</p> <p>35. O comportamento dos meus superiores hierárquicos é compatível com o que eles falam a respeito de segurança.</p> <p>36. Se eu seguir o exemplo dos meus superiores hierárquicos eu estarei contribuindo para a segurança.</p> <p>37. Para ver o padrão de segurança basta observar os meus superiores hierárquicos.</p>
2	<p>Responsabilização pessoal (PA): Todos os indivíduos assumem responsabilidade pessoal pela segurança.</p>	
2.1	<p>PA.1 Padrões: Indivíduos compreendem a importância da aderência aos padrões nucleares. Todos os níveis da organização exercitam a assumir responsabilidades por deficiências em cumprir os padrões;</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Todos os indivíduos compreendem a importância de atenderem rigorosamente os padrões de submarinos.</p>	<p>38. Sei qual é a importância de cumprir os rigs na marca.</p> <p>39. Assumo a responsabilidade pelos erros ou enganos que eu cometo.</p> <p>40. Compreendo que tenho que cumprir os rigorosamente os procedimentos.</p> <p>41. Se eu errar ou me enganar devo avisar os outros para evitar prejudicar a segurança.</p>

	NUREG-2165	Questões
2.2	<p>PA. 2 Responsabilidade sobre o trabalho: Indivíduos compreendem e demonstram responsabilidade pessoal pelos comportamentos e práticas de trabalho que dão suporte à segurança nuclear.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os indivíduos compreendem e demonstram responsabilidade pessoal pelos comportamentos e práticas de trabalho que dão suporte à segurança do submarino.</p>	<p>42. Sou responsável por garantir a segurança nas fainas que eu realizo.</p> <p>43. Assumo a responsabilidade pela segurança nas fainas que realizo.</p> <p>44. Antes de qualquer outra pessoa, sou responsável pela segurança do que eu faço.</p> <p>45. A responsabilidade pela segurança do que eu faço é, em primeiro lugar, minha.</p>
2.3	<p>PA.3 Trabalho de equipe: Indivíduos e grupos de trabalho disseminam e coordenam suas atividades dentro a através das fronteiras organizacionais para assegurar que a segurança nuclear é mantida.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os Departamentos, Grupos e Divisões disseminam e coordenam suas atividades a bordo para garantir que a segurança é mantida.</p>	<p>46. Trabalhamos em equipe e nos preocupamos em coordenar nossas fainas para evitar situações de perigo ou acidentes.</p> <p>47. As fainas perigosas são de conhecimento de todos para que não ocorram acidentes.</p> <p>48. Antes de começar uma faina me informo do que está acontecendo nas outras divisões ou departamentos, a fim de evitar acidentes.</p> <p>49. As fainas perigosas são coordenadas, a fim de evitar acidentes.</p>
3	<p>Identificação e resolução de problemas (PI): Questões que potencialmente impactam a segurança são prontamente identificadas, plenamente avaliadas, e prontamente abordadas e corrigidas proporcionalmente aos seus significados.</p>	
3.1	<p>PI.1 Identificação: A organização implementa um programa de ações corretivas com um limiar baixo para identificação de questões. Indivíduos identificam questões de modo completo, preciso e de modo tempestivo de acordo com esse programa.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Há um programa de ações corretivas que identifica até mesmo problemas corriqueiros. Os problemas são identificados com rapidez por intermédio do programa de ações corretivas.</p>	<p>50. Temos um programa para corrigir problemas, mesmo os mais simples, de modo a manter sempre um alto padrão de segurança.</p> <p>51. Um problema não fica muito tempo para ser corrigido.</p> <p>52. Os problemas são resolvidos de forma que eles não voltam a acontecer.</p> <p>53. Os problemas são resolvidos o mais rapidamente possível.</p>
3.2	<p>PI.2 Avaliação: A organização avalia de forma meticulosa os problemas para assegurar que as resoluções abordam as causas e extensão das condições, de forma proporcional com seu significado para a segurança.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os problemas são avaliados de forma meticulosa, a fim de assegurar que as soluções abordam as causas e extensão das condições, proporcionalmente ao significado do problema para a segurança.</p>	<p>54. Os problemas são analisados em detalhe, para que se conheçam as suas verdadeiras causas.</p> <p>55. Avaliamos os problemas de forma a determinar as suas verdadeiras causas e extensão.</p> <p>56. Os problemas são avaliados em detalhe, para determinar soluções efetivas.</p> <p>57. A avaliação de problemas é feita de forma que eles têm suas causas e extensão bem determinadas, a fim de a solução seja efetiva.</p>

	NUREG-2165	Questões
3.3	<p>PI.3 Resolução: A organização toma ações corretivas efetivas para abordar tempestivamente questões, proporcionalmente aos seus significados para a segurança.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> As questões e dúvidas são resolvidas de modo efetivo e a tempo, proporcionalmente ao seu significado para a segurança.</p>	<p>58. Questões e dúvidas com impacto na segurança são resolvidas a tempo e de forma adequada.</p> <p>59. Sempre que há questões ou dúvidas sobre a segurança, a situação é resolvida do modo mais rápido e eficaz possível.</p> <p>60. Não se permite que questões ou dúvidas sobre a segurança perdurem sem resposta.</p> <p>61. Questões e dúvidas a respeito da segurança são prontamente e adequadamente sanadas.</p>
3.4	<p>PI.4 Tendências: A organização analisa periodicamente informações do programa de ações corretivas e outras avaliações de modo agregado para identificar questões comuns e programáticas.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O programa de ações corretivas é acompanhado periodicamente, a fim de detectar tendências e questões programáticas.</p>	<p>62. Há um acompanhamento dos problemas e suas soluções, a fim de identificar tendências ou sinais de problemas mais amplos.</p> <p>63. Acompanham-se os problemas e suas soluções de modo a verificar se eles estão relacionados entre si e podem indicar questões mais amplas.</p> <p>64. Periodicamente se realiza uma análise dos problemas e questões de segurança para verificar se não há relação entre eles que indique situações mais amplas que devem ser enfrentadas.</p> <p>65. Os problemas e questões são regularmente acompanhados para verificar se há tendências e padrões que apontem para problemas mais amplos.</p>
4	<p>Ambiente para expor preocupações: (RC): É mantido um ambiente de trabalho com consciência de segurança onde as pessoas se sentem à vontade para expor preocupações com a segurança sem receio de retaliação, perseguição ou discriminação.</p>	
4.1	<p>RC.1 Política de ambiente de trabalho com consciência de segurança: A organização efetivamente implementa uma política que dá suporte aos direitos e responsabilidades dos indivíduos em expor preocupações de segurança, e que não tolera perseguição, intimidação, retaliação ou discriminação de quem os exercer.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os superiores hierárquicos incentivam todos da tripulação a expor suas preocupações com a segurança e não toleram que exista qualquer tipo de discriminação, perseguição, retaliação ou constrangimento contra quem assim agir.</p>	<p>66. Meus superiores hierárquicos estimulam todos a externarem suas preocupações com a segurança.</p> <p>67. O preenchimento de relatórios de situação de perigo por todos é estimulado pelos superiores hierárquicos.</p> <p>68. Sinto-me a vontade para externar preocupações com a segurança, pois sei que meus superiores hierárquicos não permitirão que eu seja prejudicado por fazê-lo.</p> <p>69. Sei que meus superiores hierárquicos não permitirão que eu seja prejudicado se eu externar uma preocupação com a segurança ou preencher um relatório de situação de perigo.</p> <p>70. Se eu externar uma preocupação com a segurança o meu chefe me ouvirá com atenção e ficará satisfeito comigo.</p> <p>71. Quem prejudicar outra pessoa por ela ter externada uma preocupação com a segurança será punido.</p>

	NUREG-2165	Questões
4.2	<p>RC.2 Processo alternativo para expor preocupações: A organização efetivamente implementa um processo para expor e resolver preocupações que é independente da influência da linha de gerenciamento. Questões de segurança podem ser expostas na confiança de que elas serão resolvidas de maneira efetiva e tempestiva.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> A preocupação com a segurança que não possam ser levadas via cadeia hierárquica podem ser expostas e resolvidas de outras formas. As preocupações com a segurança podem ser expostas e são resolvidas de maneira efetiva e a tempo.</p>	<p>Esse aspecto fere frontalmente a ética militar. Não há processo alternativo para levantar questões senão pela cadeia hierárquica.</p>
5	<p>Comunicação de segurança efetiva (CO): As comunicações mantêm o foco na segurança.</p>	
5.1	<p>CO.1 Comunicação dos processos de trabalho: Indivíduos incorporam comunicações de segurança nas atividades de trabalho.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os indivíduos incorporam as comunicações de segurança nas atividades de trabalho e fainas do dia-a-dia.</p>	<p>72. A segurança é assunto constante nas comunicações. 73. Falamos e escutamos a respeito da segurança no dia-a-dia. 74. Antes de todas as fainas são realizados briefings de segurança. 75. As informações e aspectos importantes à segurança são disseminados.</p>
5.2	<p>CO.2 Fundamentos para tomada de decisões: Líderes se asseguram que os fundamentos para decisões organizacionais e operacionais são disseminados de forma tempestiva.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os motivos das decisões organizacionais e operacionais são disseminados a tempo para toda tripulação.</p>	<p>76. Nossos superiores hierárquicos nos informam os motivos de suas decisões para todos. 77. Somos mantidos informados a respeito das decisões dos nossos superiores hierárquicos e o porquê dessas decisões. 78. Nossos superiores hierárquicos se preocupam em nos fazer entender os motivos de suas decisões. 79. Nossos superiores hierárquicos nos mantêm informados a respeito das decisões que tomam e por que as tomaram.</p>
5.3	<p>CO.3 Livre fluxo de informação: Indivíduos se comunicam de forma aberta e franca, tanto para os níveis organizacionais acima e abaixo, a por toda a organização, e com as organizações de supervisão, auditoria e regulatórias.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Todos os membros da tripulação se comunicam de forma aberta e franca, tanto com mais antigos, mais modernos, outras Organizações militares, órgãos de fiscalização ou órgãos regulatórios.</p>	<p>80. Comunicamo-nos de forma franca e aberta uns com os outros e com inspetores ou pessoal dos escalões superiores. 81. A comunicação entre nós é franca e aberta, tanto de mais moderno para mais antigo, de mais antigo para mais moderno e com outras organizações militares. 82. Sempre nos comunicamos de modo franco e aberto com todos, independentemente da antiguidade ou da organização a que pertençam. 83. A sinceridade e transparência são constantes nas nossas comunicações.</p>

	NUREG-2165	Questões
5.4	<p>CO.4 Expectativas: Líderes frequentemente disseminam e reforçam a expectativa de que a segurança nuclear é a prioridade primordial da organização.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os superiores hierárquicos frequentemente disseminam e reforçam que se espera que a segurança sempre vem em primeiro lugar.</p>	<p>84. Meus superiores frequentemente reforçam o que esperam de mim a respeito da segurança.</p> <p>85. Com frequência os meus superiores hierárquicos estão reforçando que a segurança é a prioridade.</p> <p>86. Sou lembrado com frequência pelos meus superiores hierárquicos de que a segurança vem em primeiro lugar.</p> <p>87. Meus superiores hierárquicos frequentemente me lembram o que se espera de mim quanto à segurança.</p>
6	Aprendizado contínuo (CL): Oportunidades para aprender maneiras de assegurar a segurança são procuradas e implantadas.	
6.1	<p>CL.1 Experiência operacional: A organização sistemática e efetivamente coleta, avalia e implementa experiência operacional relevante interna e externa de modo tempestivo.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O Submarino troca experiências com outros submarinos, navios e organizações externas, avaliando e implementando a tempo as boas práticas consideradas pertinentes.</p>	<p>88. Estamos sempre trocando experiências com outros submarinos ou organizações militares, a fim de termos condições cada vez mais seguras e melhorar nosso desempenho.</p> <p>89. Aprendemos com as experiências dos outros para que não precisemos passar pelos mesmos problemas.</p> <p>90. Aprendemos e compartilhamos experiências com outros submarinos e organizações, de modo que a segurança melhore sempre.</p> <p>91. As experiências de todas as organizações da Força de Submarinos são compartilhadas de modo que todos possam melhorar o desempenho e os níveis de segurança.</p>
6.2	<p>CL.2 Autoavaliação: A organização rotineiramente conduz avaliações de autocrítica e objetiva de seus programas e práticas.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O Submarino rotineiramente realiza avaliações objetivas de autocrítica dos seus procedimentos, fainas e atividades.</p>	<p>92. Os procedimentos, instruções e fainas são revisadas com frequência, a fim de torná-las mais seguras e eficientes.</p> <p>93. As fainas, procedimentos e normas estão sempre sendo avaliadas na busca de melhorias na segurança e eficiência.</p> <p>94. Os documentos, normas, procedimentos e instruções são rotineiramente revisados, a fim de serem melhorados.</p> <p>95. Sempre estamos realizando autocrítica, a fim de tornar nosso trabalho mais seguro e eficiente.</p>

	NUREG-2165	Questões
6.3	<p>CL.3 Aferição: A organização aprende de outras organizações para continuamente melhorar conhecimento, habilidades e desempenho de segurança.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O Submarino aprende de outros submarinos, navios, meios e organizações, comparando o seu desempenho ao delas, a fim de melhorar continuamente seu conhecimento, habilidades e desempenho de segurança.</p>	<p>96. Comparamos nosso desempenho com outros meios para buscar sempre a excelência de segurança e desempenho.</p> <p>97. Medimos nosso desempenho e o comparamos com os outros meios, a fim de verificar onde podemos melhorar.</p> <p>98. Procuramos melhorar sempre a nossa segurança e desempenho nos comparando com os outros meios.</p> <p>99. Identificamos onde podemos melhorar pela comparação com outros meios.</p>
6.4	<p>CL.4 Treinamento: A organização provê treinamento e assegura a transferência de conhecimento para a manutenção de uma força de trabalho capacitada, tecnicamente competente e a instilação dos valores de segurança nuclear.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O Submarino provê treinamento e se assegura que o conhecimento seja transmitido para os recém-embarcados, de modo a manter uma tripulação capacitada, tecnicamente competente e cônica dos valores da segurança em submarinos.</p>	<p>100. Todo recém embarcado recebe adestramento adequado, inclusive de segurança.</p> <p>101. Os recém embarcados são treinados de forma a estarem capacitados e serem tecnicamente competentes, inclusive no que toca à segurança.</p> <p>102. O treinamento dos recém embarcados é adequado, inclusive quanto à segurança.</p> <p>103. Há preocupação de treinar os recém embarcados de forma que eles tenham consciência da segurança e sejam capacitados a exercer suas funções a bordo.</p>
7	<p>Processo de trabalho (WP): O processo para planejar e controlar as atividades de trabalho é implantado de modo que se a segurança seja mantida.</p>	
7.1	<p>WP.1 Gerenciamento do trabalho: A organização implementa um processo de planejamento, controle e execução de atividades de trabalho de forma que a segurança nuclear seja a prioridade primordial. O processo de trabalho inclui a identificação e gerenciamento do risco proporcionalmente ao trabalho.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O Submarino possui e cumpre procedimentos de planejamento, controle e execução de atividades e fainas, a fim de que a segurança sempre venha em primeiro lugar. O processo de trabalho inclui a identificação e gerenciamento do risco de modo compatível ao trabalho realizado.</p>	<p>104. Os procedimentos, instruções ou normas para a realização de trabalhos e fainas inclui a identificação e gerenciamento dos riscos.</p> <p>105. O planejamento das fainas e trabalhos é feito com a segurança como prioridade.</p> <p>106. O controle da execução das fainas ou trabalhos é feito tendo a segurança como a prioridade mais alta.</p> <p>107. Os procedimentos, instruções ou normas são cumpridas de modo que a segurança seja priorizada antes de todo resto.</p> <p>108. Há procedimentos, instruções ou normas para planejamento das fainas ou trabalho de forma que a segurança seja priorizada.</p> <p>109. Há procedimentos, instruções ou normas para o controle da execução das fainas ou trabalhos de forma que a segurança seja priorizada.</p> <p>110. O planejamento das fainas ou trabalhos é feito seguindo procedimentos, instruções ou normas.</p> <p>111. O controle da execução das fainas ou trabalhos é feito seguindo procedimentos, instruções ou normas.</p>

	NUREG-2165	Questões
7.2	<p>WP.2 Margens de projeto: A organização opera e mantém os equipamentos dentro das margens de operação de projeto. As margens de operação são cuidadosamente observadas e só são alteradas mediante um processo sistêmico e rigoroso. É dada especial atenção em manter as barreiras de contenção dos produtos de fissão, a defesa em profundidade e os equipamentos relacionados à segurança.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O Submarino e seus equipamentos são operados dentro dos limites estabelecidos. Os limites de operação do submarino e seus equipamentos são rigorosamente observados e só são excedidos após um processo de análise sistêmico e rigoroso. É dada especial atenção em manter estanqueidade e os equipamentos relacionados à segurança.</p>	<p>112. Operamos os equipamentos rigorosamente dentro de seus limites de operação.</p> <p>113. É dada especial atenção à manutenção da estanqueidade.</p> <p>114. É dada especial atenção aos equipamentos relacionados à segurança.</p> <p>115. Os limites de operação dos equipamentos só são excedidos depois de uma análise cuidadosa.</p> <p>116. Os limites operacionais dos equipamentos não são excedidos, exceto depois de uma análise rigorosa e sistêmica.</p> <p>117. Os limites operacionais dos equipamentos são respeitados.</p>
7.3	<p>WP.3 Documentação: A organização estabelece e mantém documentação completa, precisa e atualizada.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> O Submarino possui, mantém e controla toda a documentação.</p>	<p>118. O submarino mantém toda a documentação necessária.</p> <p>119. A documentação do submarino está completa e atualizada.</p> <p>120. Os manuais, procedimentos, instruções e normas estão completos e atualizados.</p> <p>121. Os registros de reparos, testes e inspeções são mantidos e preservados.</p> <p>122. Há documentação, manuais, procedimentos, instruções entre outros adequados para assegurar a segurança.</p> <p>123. Os procedimentos, manuais, normas e outra documentação é adequada para assegurar a operação com segurança.</p>
7.4	<p>WP.4 Aderência a procedimentos: Indivíduos seguem os processos, procedimentos e instruções de trabalho.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Todos os tripulantes seguem os procedimentos, instruções de trabalho e <i>rig</i>.</p>	<p>124. Todos cumprem rigorosamente as normas, instruções, procedimentos ou <i>rigs</i>.</p> <p>125. Não são tolerados desvios dos procedimentos, instruções, normas ou <i>rigs</i>.</p> <p>126. Os procedimentos, normas, instruções ou <i>rigs</i> são cumpridos de modo rigoroso, sem desvios ou alterações.</p> <p>127. Não há “jeitinho” ou “gato” no cumprimento dos procedimentos, normas, instruções ou <i>rigs</i>.</p>

	NUREG-2165	Questões
8	Atitude questionadora (QA): Indivíduos evitam a complacência e continuamente questionam as condições e atividades existentes, a fim de identificar discrepâncias que possam resultar em erros ou ações inapropriadas.	
8.1	QA.1 As atividades nucleares são reconhecidas como especiais e únicas: Indivíduos compreendem que tecnologias complexas podem falhar de maneiras imprevisíveis.  <b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> As atividades de submarinos são reconhecidas como especiais e únicas: os tripulantes compreendem que as tecnologias complexas podem falhar de maneiras imprevisíveis.	128. Submarinos são complexos e seus sistemas podem falhar de maneiras imprevisíveis. 129. Devido à complexidade de um submarino precisamos estar sempre prontos para problemas inesperados. 130. Sempre quando está dando tudo certo devemos estar prontos para o inesperado. 131. Brooke não perdoa, devemos estar sempre prontos para falhas inesperadas e imprevistos. 132. Os sistemas em um submarino podem se comportar de forma imprevista, portanto devemos estar sempre atentos.
8.2	QA.2 Questionar o desconhecido: Indivíduos param quando se defrontam com condições de incerteza. Os riscos são avaliados e gerenciados antes de prosseguir.  <b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os tripulantes param quando se defrontam com condições de incerteza. Os riscos são avaliados e gerenciados antes de se seguir adiante.	133. Quando algo fora do comum e imprevisto acontecer devemos parar e pensar antes de agir, mas devemos ter sempre a segurança como prioridade. 134. Na dúvida não devemos prosseguir enquanto a segurança não for garantida. 135. É melhor interromper uma faina ou exercício para reavaliar a situação do que prosseguir sem segurança. 136. Não devemos seguir adiante numa faina ou exercício se temos dúvidas sobre a segurança. 137. Se não temos certeza sobre a segurança devemos parar e avaliar os riscos antes de prosseguir.
8.3	QA.3 Questionar de pressupostos: Indivíduos questionam pressupostos e oferecem visões opostas quando consideram que algo não está correto.  <b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os tripulantes questionam pressupostos e expõe pontos de vistas diferentes quando consideram que algo está errado.	138. Não aceitamos as coisas somente porque elas sempre foram assim, queremos saber o motivo. 139. Sempre questionamos o motivo das coisas que fazemos, a fim de compreendê-las. 140. Sempre questionamos o que fazemos, a fim de encontrar maneiras mais seguras e eficientes de fazê-las. 141. Se percebo que algo não está certo eu falo. 142. Não fico quieto quando vejo que algo está errado. 143. Se acho que algo não está certo eu falo. 144. Não aceito que as coisas me sejam impostas. 145. Se tenho um ponto de vista diferente e o exponho.

	NUREG-2165	Questões
8.4	<p>QA.4 Evitar a complacência: Indivíduos reconhecem e se planejam para a possibilidade de enganar, problemas latentes, ou risco inerente, mesmo quando esperam desenlaces favoráveis.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os tripulantes reconhecem que as coisas podem dar errado e se preparam para enganar, erros falhas ou problemas, mesmo tendo planejado e tomada todas as providências para que tudo dê certo.</p>	<p>146. Mesmo fazendo tudo na marca, me preparo para a possibilidade de problemas inesperados.</p> <p>147. Não sou complacente, estou pronto para qualquer situação inesperada.</p> <p>148. Mesmo em situações rotineiras estou pronto para reagir a situações inesperadas.</p> <p>149. Mesmo esperando que tudo dê certo, estou sempre pronto para o inesperado.</p> <p>150. Sei que Brooke não perdoa e estou sempre pronto para situações inesperadas.</p> <p>151. Estou sempre pronto para situações inesperadas, mesmo quando está tudo indo bem.</p>
9	Tomada de decisão (DM): Decisões de dão suporte ou afetam a segurança nuclear são sistemáticas, rigorosas e meticulosas.	
9.1	<p>DM.1 Processo consistente: Indivíduos usam uma abordagem sistemática e consistente para tomar decisões. Percepções de risco são incorporadas quando apropriado.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os tripulantes tomam decisões de forma sistemática e consistente. Os riscos percebidos são considerados na tomada de decisão.</p>	<p>152. Antes de tomar uma decisão eu considero os riscos envolvidos e tomo as precauções necessárias.</p> <p>153. Ao tomar decisões eu faço uma análise das suas consequências para a segurança.</p> <p>154. Para tomar decisões eu avalio os riscos envolvidos e tomo as providências necessárias para garantir a segurança.</p> <p>155. Levo em consideração os riscos antes de tomar decisões.</p> <p>156. As decisões que tomo levam em conta os riscos.</p> <p>157. Para tomar uma decisão os riscos são avaliados e as medidas apropriadas são tomadas.</p>
9.2	<p>DM.2 Viés conservador: Indivíduos empregam práticas de tomada de decisão que enfatizam escolhas prudentes sobre as que são permitidas. Determina-se que a ação proposta é segura para proceder, ao invés de insegura para que ordene a interrupção.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os tripulantes tomam decisões sempre considerando a alternativa mais prudente e mais segura dentre as alternativas possíveis. Ao invés de iniciar uma ação interrompendo-a ao verificar que ela não é segura, o tripulante só deve iniciar uma ação depois de determinar que ela é segura.</p>	<p>158. Na dúvida, sempre escolhemos a opção mais segura;</p> <p>159. Antes de iniciar uma faina nos asseguramos que a segurança está atendida.</p> <p>160. Ao estudar as alternativas para uma decisão sempre escolhemos a mais segura.</p> <p>161. Não escolhemos uma alternativa para decisão sem ter certeza de que ela é segura.</p> <p>162. Na dúvida a prioridade é garantir a segurança.</p> <p>163. Nossas decisões são prudentes e priorizam a segurança.</p>

	NUREG-2165	Questões
9.3	<p>DM.3 Responsabilização por decisões: É mantida responsabilização individual por decisões de segurança nuclear.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Cada um assume e mantém a responsabilidade pessoal e individual sobre decisões pertinentes à segurança em submarinos.</p>	<p>164. Sou pessoalmente responsável pela segurança das minhas decisões e ações.</p> <p>165. Sou pessoalmente responsável pelas consequências das minhas ações e decisões.</p> <p>166. Antes de qualquer outra pessoa, eu sou o responsável pela segurança nas fainas que eu realizo.</p> <p>167. Todos assumem a responsabilidade das consequências de suas decisões.</p> <p>168. Sou pessoalmente responsável pelas minhas decisões pertinentes à segurança.</p> <p>169. As decisões pertinentes à segurança que tomo são minha responsabilidade.</p>
10	Ambiente de trabalho respeitoso (WE): Confiança e respeito permeiam a organização.	
10.1	<p>WE.1 O respeito é evidente: Todos são tratados com dignidade e respeito.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Todos os tripulantes são tratados com respeito e dignidade, independentemente da antiguidade, posto ou função.</p>	<p>170. Todos somos tratados com respeito e dignidade.</p> <p>171. Somos todos tratados com respeito e dignidade.</p> <p>172. Somos todos tratados de forma respeitosa e digna.</p> <p>173. Somos respeitados e tratados com dignidade.</p> <p>174. Nossos superiores hierárquicos nos tratam com dignidade e respeito.</p> <p>175. Nós tratamos uns aos outros com respeito e dignidade.</p>
10.2	<p>WE.2 Opiniões são valorizadas: Se encoraja os indivíduos a expressar preocupações, prover sugestões, e apresentar questões. Opiniões divergentes são respeitadas.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Todos os tripulantes são encorajados a expor suas preocupações, apresentar sugestões e levantar questões. Opiniões diferentes, mesmo de mais modernos, são respeitadas.</p>	<p>176. Minha opinião é valorizada e respeitada.</p> <p>177. Meus superiores hierárquicos esperam que eu expresse minha opinião e ela é respeitada.</p> <p>178. Mesmo quando a minha opinião for diferente é importante eu externá-la.</p> <p>179. Tenho a obrigação de externar minhas preocupações com a segurança.</p> <p>180. Se eu tiver uma sugestão para contribuir com a segurança eu devo externá-la.</p> <p>181. As opiniões, questões ou preocupações de todos são importantes, mesmo as dos mais modernos.</p> <p>182. Sou encorajado a expressar minhas preocupações com segurança.</p> <p>183. Sou encorajado a apresentar sugestões.</p> <p>184. Meus superiores hierárquicos me escutam e estão interessados nas minhas sugestões ou preocupações com a segurança.</p> <p>185. Posso expressar minhas preocupações com a segurança livremente.</p>

	NUREG-2165	Questões
10.3	<p>WE.3 Alto nível de confiança: A confiança entre indivíduos e grupos de trabalho é fomentada em toda a organização.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> A confiança entre todos os tripulantes, Departamentos, Grupos, Divisões, Oficiais e Praças é fomentada no Submarino.</p>	<p>186. Confio nos meus superiores hierárquicos. 187. Confio nos membros da minha equipe de trabalho. 188. Confio nos meus colegas. 189. Confio nos meus superiores hierárquicos. 190. Confio nos meus subordinados. 191. Confio na tripulação do meu navio/organização. 192. A confiança mútua é uma característica do nosso navio/organização. 193. Meus superiores hierárquicos confiam em mim. 194. Meus subordinados confiam em mim. 195. O comandante confia em nós.</p>
10.4	<p>WE.4 Resolução de conflitos: Métodos justos e objetivos são empregados para a solução de conflitos.</p> <p><b>Adaptação para a cultura de segurança em submarinos:</b> Os eventuais conflitos são resolvidos pelos Oficiais ou Supervisores segundo métodos justos e objetivos.</p>	<p>196. Quando há diferenças de opinião, elas são resolvidas de maneira objetiva e justa. 197. Os conflitos, quando existem, são resolvidos de forma justa e objetiva. 198. Quando houver divergências, sei que elas serão resolvidas de forma justa e objetiva. 199. Meus superiores hierárquicos resolvem os eventuais conflitos de forma justa e objetiva. 200. Os conflitos ou divergências são resolvidos de forma justa e objetiva. 201. Na solução de conflitos ou divergências são empregados critérios objetivos e justos.</p>

## APÊNDICE D – Modelo de questionário para autoavaliação da maturidade da Cultura de Segurança na Força de Submarinos

Função/cargo: \_\_\_\_\_

Cultura de segurança consiste nas percepções e crenças compartilhadas sobre segurança. Estas percepções são formadas em parte pelas prioridades da gerência e pelos sistemas que promovem a importância relativa da segurança. É possível avaliar a maturidade da cultura de segurança auditando os sistemas atuais. A auto auditoria a seguir foi desenhada para medir a maturidade de elementos-chave da cultura de segurança.

Avale a maturidade da cultura de segurança de sua empresa circulando o nível de maturidade correspondente à descrição mais precisa dos sistemas que existem em sua empresa. Por exemplo, para “Treinamento de segurança para gerentes” você selecionaria nível 1 se sua organização provê treinamento básico, que não inclui como ser um líder efetivo para segurança. Se você não tem conhecimento a respeito de um determinado sistema, deixe aquele elemento em branco.

<b>Treinamento de segurança para Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão</b>	<b>Selecione o nível</b>
Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão não recebem treinamento de segurança	0
Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão recebem treinamento básico de segurança (incluindo as responsabilidades de gerentes sob o programa de segurança e legislação de segurança)	1
Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão recebem treinamento de segurança, que inclui como ser um líder para a segurança (ementa do curso inclui uma seção de liderança para a segurança)	2
Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão recebem treinamento e desenvolvimento de liderança para a segurança baseado em habilidades (curso deve incluir prática de liderança. P.ex.: dinâmica ou demonstração de liderança baseada num cenário real por um líder sênior).	3
Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão recebem desenvolvimento e treinamento de liderança frequentes e ajustadas às necessidades individuais, como identificadas na avaliação de 360 graus (específica para a segurança). Instrução por mentores ( <i>coaching</i> ) é disponibilizado de modo contínuo. O treinamento realizado é relacionado aos resultados e não é um treinamento padrão oferecido a todos os gerentes	4

<b>Avaliação do desempenho de segurança dos Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão</b>	<b>Selecione o nível</b>
Desempenho de segurança não é monitorada no nível departamental	0
O desempenho de segurança departamental é acompanhado é uma meta de taxa de acidentes é estabelecida para cada departamento. A taxa de acidentes é utilizada como parte do sistema de avaliação para os Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão	1
Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão incluem medidas do desempenho do sistema de segurança (p.ex.: resultados de auditorias) e resultados como uma parte normal dos relatórios de gerenciamento, que são usadas como parte da avaliação contínua dos Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão	2
A liderança para a segurança faz parte dos relatórios anuais, que incluem metas mensuráveis (sem serem resultados) tais como atividades específicas de liderança para a segurança, visitas aos locais de trabalho e iniciativas de envolvimento com a segurança.	3
A liderança para a segurança dos Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão é o elemento central de sua avaliação de desempenho. Isto envolve o uso habitual de um sistema formal de avaliação de baixo-para-cima para abordar todas as habilidades de liderança para a segurança. Metas para melhoria são estabelecidas e monitoradas.	4

**Visitas aos locais de trabalho pelos Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão**

Selecione o nível

Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão não visitam os locais de trabalho especificamente para discutir segurança	0
Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão visitam os locais de trabalho regularmente para discutir segurança segundo o que é especificado em uma política/programa formal (ex.: STOP)	1
Há um programa formal de visitas dos Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão aos locais de trabalho que especifica o número de visitas a serem conduzidas por cada gerente e acompanha o cumprimento	2
Há um programa completo que especifica como realizar uma visita aos locais de trabalho, treina os Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão em como conduzir uma visita, avalia os gerentes para assegurar sua competência e acompanha a frequência das visitas e o encerramento das ações	3
Há um programa completo como a descrito acima, mais a qualidade das visitas dos Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão é avaliada pelos trabalhadores e realimentação anônima é disponibilizada	4

**Treinamento de segurança dos Encarregados de Seção e Supervisores**

Selecione o nível

Encarregados de Seção e Supervisores não recebem treinamento de saúde ocupacional e segurança	0
Treinamento de segurança dos Encarregados de Seção e Supervisores é limitado a informar os supervisores sobre suas responsabilidades segundo o que é especificado na legislação e programa de segurança	1
É oferecido aos Encarregados de Seção e Supervisores um curso de fundamentos de segurança (que cobre mais que somente responsabilidades do sistema ou legais)	2
Encarregados de Seção e Supervisores são treinados para serem líderes de segurança efetivos, por intermédio de treinamento e desenvolvimento baseados em habilidades (curso deve incluir prática de liderança. P.ex.: dinâmica ou demonstração de liderança baseada num cenário real por um líder sênior).	3
O treinamento e desenvolvimento de liderança de segurança dos Encarregados de Seção e Supervisores são ajustados às necessidades individuais. Instrução por mentores ( <i>coaching</i> ) é disponibilizado de modo contínuo. O treinamento varia entre os supervisores com base nas necessidades identificadas individualmente	4

**Avaliação do desempenho de segurança dos Encarregados de Seção e Supervisores**

Selecione o nível

Desempenho de segurança dos Encarregados de Seção e Supervisores não é avaliado	0
Não há um sistema formal para avaliar o desempenho de segurança dos Encarregados de Seção e Supervisores, mas falha na supervisão é identificada como causa de acidentes	1
O desempenho de segurança é um elemento da avaliação semestral dos Encarregados de Seção e Supervisores. Não há critérios formais, a avaliação é baseada na avaliação do desempenho pelo Encarregado.	2
O desempenho de segurança é um elemento da avaliação semestral dos Encarregados de Seção e Supervisores, que inclui metas mensuráveis (mas não resultados) tais como atividades específicas de liderança para a segurança, visitas aos locais de trabalho e envolvimento em iniciativas de segurança	3
Liderança para segurança dos Encarregados de Seção e Supervisores é o elemento central de sua avaliação de desempenho. Isto envolve o emprego habitual de um sistema formal de avaliação de baixo-para-cima das habilidades de liderança. Metas para melhoria são estabelecidas e monitoradas	4

**Visitas aos locais de trabalho pelos Encarregados de Seção e Supervisores**

Selecione o nível

Encarregados de Seção e Supervisores não visitam os locais de trabalho especificamente para discutir segurança	0
Os Encarregados de Seção e Supervisores são encorajados a visitar os locais de trabalho, a fim de assegurar que os subordinados estão trabalhando com segurança	1
Há um programa formal que estabelece metas para que os Encarregados de Seção e Supervisores conduzam visitas de segurança aos locais de trabalho específicas	2
Há um programa formal que treina os Encarregados de Seção e Supervisores na condução de visitas de segurança aos locais de trabalho. A frequência e o resultado das visitas são acompanhados	3
Adicionalmente ao exposto acima, o programa avalia a qualidade das visitas de Encarregados de Seção e Supervisores aos locais de trabalho e os subordinados provêm realimentação sobre a qualidade da visita. O encerramento das ações é acompanhado	4

<b>Comunicação de segurança</b>	<b>Selecione o nível</b>
Informação de segurança é afixada em um quadro de avisos	0
Informação de segurança é disseminada para todos os empregados por intermédio de cópias físicas (ex.: atas de reuniões) e eletronicamente (grupos de correio eletrônico)	1
Sítio e circular eletrônicas de segurança habituais (mais de 12 por ano). Sistema de sugestões de melhorias de segurança. Reuniões gerais (com todos os integrantes) são empregadas para comunicar questões importantes	2
Sistema de ações / sugestões de segurança provê realimentação do progresso. Reuniões gerais realizadas regularmente (mais de 12 por ano) para facilitar o diálogo aberto	3
Emprego abrangente de tecnologia de interatividade, i.e., blogs de segurança do Comandante. Tripulantes criam e disseminam segurança por intermédio de grupos de inovação e melhoria. Tripulantes estão ativamente engajados na melhoria da segurança e compartilham suas ideias em fóruns de segurança realizados regularmente, tanto eletrônicos como face-a-face	4

<b>Envolvimento da força de trabalho</b>	<b>Selecione o nível</b>
Não há um sistema formal para envolvimento dos tripulantes com a segurança (além do comitê conjunto de saúde ocupacional e segurança)	0
Há um esquema de sugestões de segurança que permite aos tripulantes submeter preocupações com segurança, i.e., identificação de perigos	1
Encoraja-se o envolvimento por intermédio de um programa de observação e relato de atos seguros e inseguros. Adicionalmente, o sistema de identificação de perigos e sugestões de segurança acompanha a execução e provê realimentação ao tripulante.	2
Tripulantes estão envolvidos por intermédio de um sistema de observação e relatos de segurança pelos seus pares ( <i>peer-to-peer</i> ). Há um elevado nível de participação dos trabalhadores evidenciado por uma participação dos trabalhadores acima de 75%	3
Todo tripulante está envolvido com pelo menos uma iniciativa de segurança. Iniciativas de melhora da segurança são gerenciadas por equipes que são indicadas pelos trabalhadores da linha de frente. Estas equipes têm autoridade orçamentária e responsabilidade	4

<b>Equipe de investigação de incidentes</b>	<b>Selecione o nível</b>
Relatórios de incidentes (RelSitPer) são preenchidos pelas testemunhas ou envolvidos	0
Investigações de incidentes são conduzidas por um departamento de segurança com envolvimento dos tripulantes para eventos de grande consequência	1
Incidentes resultando em ferimentos são investigados por uma equipe liderada pelo departamento de segurança que inclui Chefes de Departamento, Encarregados de Divisão e tripulantes.	2
Equipes multidisciplinares investigam falhas de segurança. Equipes incluem Chefes de Departamento, Encarregados de Divisão e tripulantes treinados em análise organizacional (i.e., análise de causa raiz)	3
As equipes de aprendizado organizacional incluem parcelas de tripulantes, Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão, e são lideradas por aqueles com maior experiência na atividade em questão	4

<b>Treinamento de segurança dos tripulantes da linha de frente</b>	<b>Selecione o nível</b>
Tripulantes da linha de frente recebem o treinamento de segurança requerido por lei específicos à tarefa (i.e., treinamento de equipamento de segurança contra quedas)	0
Tripulantes da linha de frente recebem treinamento de indução em segurança que inclui a legislação e a política de segurança da Força de Submarinos	1
Tripulantes são treinados em como participar da segurança, i.e., preenchimento dos modelos de relatórios de situação de perigo, condução de observações	2
Tripulantes são treinados a realizar observações de segurança comportamental e prover (e receber) realimentação	3
Tripulantes da linha de frente recebem treinamento e instrução por mentores em liderança para segurança	4

**Regras e procedimentos**

Selecione o nível

Regras de segurança mínimas, somente aquelas requeridas por lei	0
Regras de segurança abrangentes, escritas pelos gerentes e engenheiros	1
Regras de segurança abrangentes, escritas pelos gerentes e engenheiros, com ampla consulta aos empregados	2
Regras de segurança limitadas projetadas pelos empregados com o apoio de especialistas (i.e., engenharia de fatores humanos)	3
Regras de segurança que dependem do contexto que reconhecem que as exigências são mutáveis, tornando fácil a conformidade com as regras	4

**Manutenção planejada**

Selecione o nível

Manutenção só ocorre quando o equipamento não pode mais ser utilizado	0
Manutenção ocorre quando pequenos defeitos ocorrem	1
Há verificações frequentes de manutenção programada, mas postergações na manutenção são comuns	2
Os Chefes de Departamento e Encarregados de Divisão ativamente monitoram a manutenção e se asseguram de que eventuais postergações de manutenção são minimizadas	3
Tripulantes da linha de frente têm controle e responsabilidade pela manutenção. Eles também são capazes de obter recursos adicionais para prevenir que postergações de manutenção ocorram	4

Fonte: Adaptado de: Fleming (2007).

## APÊNDICE E – Atributos da Cultura de Segurança em Submarinos

1	Valores e ações de liderança de segurança: Líderes demonstram comprometimento à segurança nas suas decisões e comportamentos.
1.1	Superiores hierárquicos se asseguram de que o pessoal, os equipamentos, os procedimentos e outros recursos estão disponíveis e são adequados para dar suporte à segurança em todas as fainas e atividades.
1.2	Superiores hierárquicos frequentemente estão presentes nas áreas do submarino, base, estaleiro ou organização onde se realizam as fainas e atividades, observando, orientando, reforçando padrões e expectativas. Desvios dos padrões e expectativas são prontamente corrigidas.
1.3	Os superiores hierárquicos se asseguram que incentivos, sanções e recompensas estão alinhadas com as políticas de segurança e reforçam comportamentos e resultados que refletem o fato de que a segurança vem sempre em primeiro lugar.
1.4	Os superiores hierárquicos se asseguram que as prioridades estão alinhadas e refletem o fato de que a segurança vem sempre em primeiro lugar.
1.5	Os superiores hierárquicos avaliam o impacto e as consequências de mudanças empregando um processo sistemático, a fim de assegurar que a segurança esteja sempre em primeiro lugar.
1.6	Os superiores hierárquicos deixam perfeitamente claro os papéis, atribuições e responsabilidades de cada um, a fim de garantir a segurança.
1.7	Os superiores hierárquicos asseguram que a segurança do submarino é constantemente escrutinada por intermédio de várias técnicas de acompanhamentos, incluindo avaliações de cultura de segurança.
1.8	Os Oficiais e Supervisores exibem comportamentos que servem de exemplo de padrão para a segurança.
2	Responsabilização pessoal: Todos os indivíduos assumem responsabilidade pessoal pela segurança.
2.1	Todos os indivíduos compreendem a importância de atenderem rigorosamente os padrões aplicáveis a submarinos.
2.2	Os indivíduos compreendem e demonstram responsabilidade pessoal pelos comportamentos e práticas de trabalho que dão suporte à segurança do submarino.
2.3	Os Departamentos, Grupos e Divisões disseminam e coordenam suas atividades a bordo para garantir que a segurança é mantida.
3	Identificação e resolução de problemas: Questões que potencialmente impactam a segurança são prontamente identificadas, plenamente avaliadas, e prontamente abordadas e corrigidas proporcionalmente aos seus significados.
3.1	Há um programa de ações corretivas que identifica até mesmo problemas corriqueiros. Os problemas são identificados com rapidez por intermédio do programa de ações corretivas.
3.2	Os problemas são avaliados de forma metódica, a fim de assegurar que as soluções abordam as causas e extensão das condições, proporcionalmente ao significado do problema para a segurança.
3.3	As questões e dúvidas são resolvidas de modo efetivo e a tempo, proporcionalmente ao seu significado para a segurança.
3.4	O programa de ações corretivas é acompanhado periodicamente, a fim de detectar tendências e questões sistêmicas.
4	Ambiente para expor preocupações: É mantido um ambiente de trabalho com consciência de segurança onde as pessoas se sentem à vontade para expor preocupações com a segurança sem receio de retaliação, perseguição ou discriminação.
4.1	Os superiores hierárquicos incentivam todos da tripulação a expor suas preocupações com a segurança e não toleram que exista qualquer tipo de discriminação, perseguição, retaliação ou constrangimento contra quem assim agir.
4.2	A preocupação com a segurança que não possam ser levadas via cadeia hierárquica podem ser expostas e resolvidas de outras formas. As preocupações com a segurança podem ser expostas e são resolvidas de maneira efetiva e a tempo.
5	Comunicação de segurança efetiva: As comunicações mantêm o foco na segurança.
5.1	Os indivíduos incorporam as comunicações de segurança nas atividades de trabalho e fainas do dia-a-dia.
5.2	Os motivos das decisões organizacionais e operacionais são disseminados a tempo para toda tripulação.
5.3	Todos os membros da tripulação se comunicam de forma aberta e franca, tanto com mais antigos, quanto com mais modernos, outras Organizações militares, órgãos de fiscalização ou órgãos regulatórios.
5.4	Os superiores hierárquicos frequentemente disseminam e reforçam que se espera que a segurança sempre esteja em primeiro lugar.
6	Aprendizado contínuo: Oportunidades para aprender maneiras de assegurar a segurança são procuradas e implantadas.
6.1	O Submarino troca experiências com outros submarinos, navios e organizações externas, avaliando e implementando a tempo as boas práticas consideradas pertinentes.

6.2	O Submarino rotineiramente realiza avaliações objetivas de autocritica dos seus procedimentos, fainas e atividades.
6.3	O Submarino aprende a partir da experiência de outros submarinos, navios, meios e organizações, comparando o seu desempenho ao delas, a fim de melhorar continuamente seu conhecimento, habilidades e desempenho de segurança.
6.4	O Submarino provê treinamento e se assegura que o conhecimento seja transmitido para os recém-embarcados, de modo a manter uma tripulação capacitada, tecnicamente competente e consciente dos valores da segurança em submarinos.
7	Processo de trabalho: O processo para planejar e controlar as atividades de trabalho é implantado de modo que se a segurança seja mantida.
7.1	O Submarino possui e cumpre procedimentos de planejamento, controle e execução de atividades e fainas, a fim de que a segurança sempre venha em primeiro lugar. O processo de trabalho inclui a identificação e gerenciamento do risco de modo compatível ao trabalho realizado.
7.2	O Submarino e seus equipamentos são operados dentro dos limites estabelecidos. Os limites de operação do submarino e seus equipamentos são rigorosamente observados e só são excedidos após um processo de análise sistêmico e rigoroso. É dada especial atenção em manter estanqueidade e os equipamentos relacionados à segurança.
7.3	O Submarino possui, mantém e controla toda a documentação necessária para dar suporte à segurança.
7.4	Todos os tripulantes seguem os procedimentos, instruções de trabalho e <i>rigs</i> .
8	Atitude questionadora: Indivíduos evitam a complacência e continuamente questionam as condições e atividades existentes, a fim de identificar discrepâncias que possam resultar em erros ou ações inapropriadas.
8.1	As atividades de submarinos são reconhecidas como especiais e únicas: os tripulantes compreendem que tecnologias complexas podem falhar de maneiras imprevisíveis.
8.2	Os tripulantes param quando se defrontam com condições de incerteza. Os riscos são avaliados e gerenciados antes de se seguir adiante.
8.3	Os tripulantes questionam pressupostos e expõe pontos de vistas diferentes ou alternativos quando consideram que algo está errado ou é inadequado.
8.4	Os tripulantes reconhecem que as coisas podem dar errado e se preparam para enganos, erros falhas ou problemas, mesmo tendo planejado e tomada todas as providências para que tudo dê certo.
9	Tomada de decisão: Decisões de dão suporte ou afetam a segurança nuclear são sistemáticas, rigorosas e meticulosas.
9.1	Os tripulantes tomam decisões de forma sistemática e consistente. Os riscos identificados são considerados na tomada de decisão.
9.2	Os tripulantes tomam decisões sempre considerando a alternativa mais prudente e mais segura dentre as alternativas possíveis. Ao invés de iniciar uma ação interrompendo-a ao verificar que ela não é segura, o tripulante só deve iniciar uma ação depois de determinar que ela é segura.
9.3	Cada um assume e mantém a responsabilidade pessoal e individual sobre as suas decisões pertinentes à segurança em submarinos.
10	Ambiente de trabalho respeitoso: Confiança e respeito permeiam a organização.
10.1	Todos os tripulantes são tratados com respeito e dignidade, independentemente da antiguidade, posto ou função.
10.2	Todos os tripulantes são encorajados a expor suas preocupações, apresentar sugestões e levantar questões. Opiniões diferentes, mesmo de mais modernos, são respeitadas e consideradas.
10.3	A confiança entre todos os tripulantes, Departamentos, Grupos, Divisões, Oficiais e Praças é fomentada no Submarino.
10.4	Os eventuais conflitos são resolvidos pelos Oficiais ou Supervisores segundo métodos justos e objetivos.

## APÊNDICE F – O Sistema sociotécnico da segurança em submarinos na Marinha do Brasil

Com base na seção 3.7 foi elaborado um *ActorMap* (RASNUSSEN e SVEDUNG, 2000), apresentado na Figura 21, do sistema sociotécnico da segurança em submarinos da Marinha do Brasil.

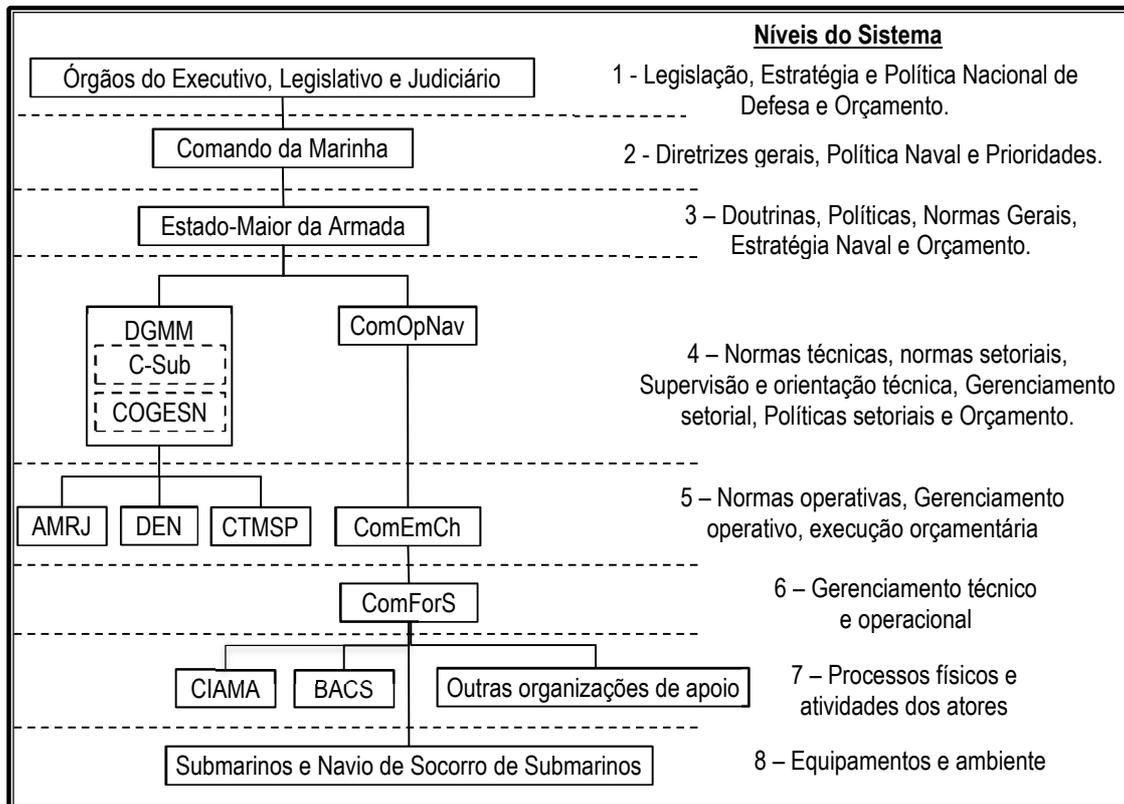


Figura 21 – ActorMap/Organograma pertinente à segurança em submarinos na Marinha do Brasil

Empregando a abordagem STAMP LEVESON (2011), foi elaborado o modelo do sistema sociotécnico pertinente à segurança em submarinos na Marinha do Brasil, e que é apresentado na Figura 22

