

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC OCIMAR MARTINS COSTA JÚNIOR

OPERAÇÕES DE MINAGEM E CONTRAMEDIDA DE MINAGEM:

O Submarino de Propulsão Nuclear Brasileiro e as Operações de Contramedida de Minagem.

Rio de Janeiro

2019

CC OCIMAR MARTINS COSTA JÚNIOR

OPERAÇÕES DE MINAGEM E CONTRAMEDIDA DE MINAGEM:

O Submarino de Propulsão Nuclear Brasileiro e as Operações de Contramedida de Minagem.

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CC Leonardo Barbosa Souza

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me dar esta oportunidade de realizar este curso, mais uma vitória conquistada. E aqui vão os meus sinceros agradecimentos a minha esposa Elaine, minha companheira por toda esta singradura, e que sempre me apoio por mais de vinte anos de convivência fraterna, aos meus amados filhos, Daniel e Luísa, agradeço por serem o combustível, que me mantém ativo, amo vocês. Não poderia me furtar em agradecer ao meu orientador e amigo Capitão de Corveta Leonado Barbosa, agradeço pela maneira clara e dedicada com que me orientou, suas observações foram muito valiosas. Aos meus antigos Comandantes da Força de Minagem e Varredura os Capitães de Mar e Guerra (CMG) Otoch e Taveira e o Capitão de Fragata (CF) Fernando Barreto, sou profundamente grato pela experiência de Guerra de Minas a mim transmitida, seus ensinamentos contribuíram para a minha formação como “Homem de Ferro”, também sou muito grato pelos laços amizade construído por nossas famílias. E por fim agradeço aos amigos da turma Almirante Barroso pela convivência e amizade dedicada.

RESUMO

O presente trabalho acadêmico tem como propósito destacar a necessidade de se incrementarem as operações de Contramedida de Minagem na Marinha do Brasil, relacionada a futura operação com o submarino nuclear brasileiro, no que concerne à necessidade de aquisição de meios caça de minas. Para atingir o propósito desta dissertação foi realizada uma pesquisa comparativa pautada nas capacidades de Guerra de Minas Brasileira, Estadunidense e Sueca. A metodologia empregada foi a de comparação entre as atividades de varredura e caça de minas. Também foram apresentados os principais tipos de minas navais, os principais métodos e meios de varredura e caça de minas destacando os modernos veículos não tripulados, e como esses métodos podem alcançar resultados positivos. A Base Naval de Itaguaí, como principal ponto de apoio logístico ao submarino nuclear brasileiro, necessitará de segurança marítima adequada. Essa segurança deverá englobar principalmente as vias marítimas de acesso à base, que devem ser mapeadas por meio de operações de caça de minas. Os dados colhidos por ocasião do mapeamento do fundo serão inseridos em um banco de dados para que se tenha um histórico dos objetos e equipamentos existente nesse canal. Face ao exposto concluiu-se que a Marinha do Brasil necessita adquirir meios de caça de minas tempestivamente, a fim de contribuir para as operações seguras com submarino nuclear brasileiro e não se perder a capacidade e guerra de minas. Além disso, chegou-se ao desfecho que as operações de varredura e caça de minas são atividades complementares.

Palavras-chave: Contramedida de Minagem. Submarino nuclear brasileiro. Caça de minas. Varredura. Minas navais. Segurança marítima. Mapeamento do fundo. Atividades Complementares.

ABSTRACT

The purpose of this academic paper is to highlight the need to increase Mining Countermeasures operations in the Brazilian Navy, related to the future operation with the Brazilian nuclear submarine, regarding the need to acquire mines hunting means. To achieve the purpose of this dissertation, a comparative research was conducted based on the capabilities of the Brazilian, US Navy and Swedish Navy. The methodology used was to compare the activities of sweeping and mine hunting. Also presented were the main types of naval mines, the main methods and means of mine sweeping and hunting highlighting the modern unmanned vehicles, and how these methods can achieve positive results. The Itaguaí Naval Base as the main logistic support point for the Brazilian nuclear submarine, will need adequate maritime security, this security should include mainly the maritime access to the base, which must be mapped the deep of the sea through mine hunting operations. The information harvested during the background mapping will be inserted in a database to have a history of the objects and equipment existing in this channel. In light of the foregoing, it is concluded that the Brazilian Navy needs to acquire promptly means of mine hunting in order to contribute to safe operations with the Brazilian nuclear submarine and not to lose capacity and mine warfare. In addition to this outcome it's notorious that the sweeping and mine hunting operations are complementary activities.

Keywords: Mine Countermeasure. Brazilian nuclear submarine. Mine hunting. Sweep. Naval mines. Maritime safety. Background mapping. Additional activities.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUV – *Autonomous Underwater Vehicles*

BNA – Base Naval de Aratu

BD – Banco de Dados

BID – Base Industrial de Defesa

CASOP – Centro de Apoio a Sistemas Operativos

CMM – Contramedidas de Minagem

ComemCh – Comando-em-Chefe da Esquadra

ComForMinVar – Comando da Força de Minagem e Varredura

Com2ºDN – Comando do Segundo Distrito Naval

DMN – Doutrina Militar Naval

EUA – Estados Unidos da América

END – Estratégia Nacional de Defesa

ForMinVar – Força de Minagem e Varredura

GAAGueM – Grupo de Avaliação e Adestramento de Guerra de Minas

GDAE – Grupo de Desativação de Artefatos Explosivos

GM – Guerra de Minas

LCM – Linhas de Comunicações Marítimas

LCS – *Littoral Combat Ship*

MB – Marinha do Brasil

NCM – Navio Caça-minas

NPa – Navios patrulhas

NV – Navio-Varredor

OM – Organização Militar

PND – Politica Nacional de Defesa

ROV – *Remotely Operated Vehicles*

RSwN – *Royal Swedish Navy*

USN – *United States Navy*

UUV – *Unmanned Underwater Vehicles*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	ATIVIDADES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM DA MARINHA DO BRASIL E DAS MARINHAS DO ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA E DA SUÉCIA	12
2.1	AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM NA MARINHA DO BRASIL	13
2.1.1	Varredura Mecânica	14
2.1.2	Varredura de influência Acústica	16
2.1.3	Varredura de influência magnética	16
2.1.4	Varredura combinada	16
2.1.5	Varredura Explosiva	16
2.1.6	Os resultados alcançados com a realização dos exercícios de CMM na MB	17
2.2	AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM NA <i>UNITED STATES NAVY</i>	17
2.3	AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM NA <i>ROYAL SWEDISH NAVY</i>	19
2.4	O DESPERTAR DA GUERRA DE MINAS NA MARINHA DO BRASIL, NA <i>UNITED STATE NAVY</i> E NA <i>ROYAL SWEDISH NAVY</i>	22
3	O SUBMARINO DE PROPULSÃO NUCLEAR BRASILEIRO E A NECESSIDADE DE INCORPORARMOS A CAÇA DE MINAS AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM	26
3.1	O PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTOS DE SUBMARINOS	26
3.1.1	A Nacionalização no Programa de Desenvolvimento do Submarino	27
3.1.2	Os benefícios Tecnológicos advindos do ProSub	28
3.1.3	A Construção do Submarino com propulsão nuclear	30
3.2	CAÇA DE MINAS E OS SUBMARINOS DE PROPULSÃO NUCLEAR	30
4	AS ATIVIDADES DE VARREDURA E CAÇA DE MINAS PODEM SER ATIVIDADES COMPLEMENTARES	35
4.1	AS MINAS NAVAIS	35
4.2	VARREDURA	37
4.3	CAÇA DE MINAS	38

5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945), devido ao destaque das atividades de Guerra de Minas (GM) naquele conflito e a quantidade de Navios afundados, a Marinha do Brasil (MB) decidiu criar a Força de Minagem e Varredura (ForMinVar) em 1961.

As atividades de GM inicialmente se desenvolveram na Cidade do Rio de Janeiro ficando subordinadas ao Comando do Primeiro Distrito Naval (Com1ºDN), sendo posteriormente transferida para a subordinação ao Comando-em-Chefe da Esquadra (ComemCh). Subordinados aquele Comando de Força, haviam os Navios Varredores (NV) Javari, Jutai, Juruá e Jurema e os Navios patrulhas (NPa) Piranha, Piraquê e Pirapiá. Em 1967 ForMinVar teve sua sede transferida para a Base Naval de Aratu (BNA) e contava com 4 NV. Em 1977, o então Esquadrão de Minagem e Varredura era subordinado ao Comando do Segundo Distrito Naval (Com2ºDN). Naquele momento foi redesignado como Comando da Força de Minagem e Varredura (ComForMinVar). A partir de 1972 foram recebidos os NV da Classe Aratu, que substituíram os antigos NV e passando a contar com 6 NV da Classe Aratu, de origem Alemã, à época, considerados no estado da Arte.

Atualmente com o advento do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (ProSub), fazem-se necessários incrementos nas Operações de Contramedidas (CMM). Devido ao desgaste natural dos meios, atualmente a MB possui 4 NV da Classe Aratu já descontinuados.

Baseado nas experiências de GM da Marinha dos Estados Unidos da América (EUA), que possui submarinos de propulsão nuclear, e a vasta experiências de GM advindas da Marinha Sueca, que em suas operações de CMM atuais, ainda são encontradas minas navais da 2º Guerra Mundial. Faremos nesta Dissertação um estudo embasado nas

experiências de GM do EUA e da Suécia. Para tal, faz-se mister abordar a necessidade de aquisição de novos meios de CMM e atualização da expertise¹ em varredura em conjunto com as nossas futuras operações de caça de minas, está última vital à condução de operações com submarinos nucleares.

Para elucidar os questionamentos que serão apresentados e com objetivo de delimitar o espectro da abordagem, utilizaremos como objeto de estudo as Operações de Contramedida de Minagem (CMM) praticadas na Marinha do Brasil (MB). Dessa maneira, este trabalho tem o propósito de conduzir uma análise comparativa entre as Operações de CMM realizadas por meio de atividades de varredura e as por meio de caça de minas. E ao término deste trabalho acadêmico tentaremos responder o seguinte questionamento: Com o advento do ProSub e as futuras operações com o Submarino de Propulsão Nuclear Brasileiro (SN-BR), quais serão as necessidades de mudança nas atividades de CMM da MB?

Visando alcançarmos nosso objetivo proposto, estabeleceremos uma pesquisa comparativa pautada nas capacidades de CMM da MB e das Marinhas dos EUA e da Suécia, para tal, será empregada a metodologia de comparação das atividades de varredura e caça de minas. O nosso trabalho foi estruturado da seguinte forma: no primeiro capítulo apresentação da introdução que contempla a contextualização Histórica das atividades de GM na MB. Já no segundo capítulo serão apresentadas as atividades de CMM da MB e das Marinhas do EUA e Marinha da Suécia. Continuando, no terceiro capítulo serão apresentados o ProSub e suas principais atividades, as atividades de caça de minas com ênfase nas atividades com submarinos de propulsão nuclear. Na sequência, no quarto capítulo serão apresentadas as minas navais e suas classificações e empregos, as atividades de varredura e caça de minas, colocando-as como atividades complementares entre si, a importância no aprimoramento dessas atividades e a necessidade de evolução da MB, no ramo da GM, com o advento do SN-BR. E por fim será encerrado o trabalho com uma conclusão.

1 Especialização de nossas capacidades, competência ou qualidade de especialista.

Agora apresentaremos as atividades de CMM da MB, destacando os métodos de varredura e seus equipamentos e como são empregados, também serão apresentadas as operações de CMM nas Marinhas do EUA e da Suécia, destacando os seus procedimentos empregados e meios utilizados.

2 ATIVIDADES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM DA MARINHA DO BRASIL E DAS MARINHAS DO ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA E DA SUÉCIA

As Operações de CMM na MB são desempenhadas pelo Comando da Força de Minagem e Varredura (ComForMinVar) que atualmente é composta por quatro Navios-Varredores (NV), da Classe *Schültze* construídos no estaleiro *Aberking & Rasmussem* na cidade *Lemwerder*, na antiga Alemanha ocidental, no Brasil intitulada Classe “Aratu”. Os Navios Varredores Aratu, Atalaia, Araçatuba e Albardão, atualmente sediados na Bahia, na cidade de Salvador, dentro da área de jurisdição do Comando do Segundo Distrito Naval (Com2ºDN), contam com apoio Logístico da Base Naval de Aratu (BNA), esses navios subordinados ao ComForMinVar, são os meios de CMM da MB.

A Marinha dos EUA possui a capacidade de *Mine Countermeasure*² (MCM) que é atualmente desempenhada por seus onze *Mines Hunters*³ da Classe *Avenger*. além dos Navios de Contramedida de Minagem (NCM) a *United States Navy* (USN) possui aeronaves de asa rotativa⁴ que realizam operações de CMM, *Autonomous Underwater Vehicles* (AUV)⁵, *Remotely Operated Vehicles* (ROV)⁶ e *Unmanned Underwater Vehicles* (UUV)⁷.

“Os Navios Classe *Avenger* são projetados com capacidade de realizar Varredura e Caça de minas, sendo capazes de localizar, classificar e destruir minas de fundo e fundeio. Esses navios utilizam sistemas de sonar e vídeo, tesouras que cortam os cabos das minas e um dispositivo de detonação de minas que podem ser liberados e detonados por controle remoto. Eles também são capazes de realizar Contramedida de Minagem. Os navios são de fibra de vidro revestida, construção de casco de madeira. Eles são os primeiros grandes contramedidas de minas construídos nos Estados Unidos em quase 27 anos.”(*Avenger*, 2000, p.1, tradução nossa)⁸

2 *Mine Countermeasure* são Contramedida de Medida de Minagem.

3 *Mines Hunters* são navios caças-minas.

4 Aeronaves de asa rotativa são helicópteros.

5 AUV é um veículo autônomo que opera submerso.

6 ROV é um veículo submarino que é operado remotamente.

7 UUV é um veículo submarino não tripulado.

8 “*Avenger class ships are designed as mine sweepers/hunter-killers capable of finding, classifying and destroying moored and bottom mines. These ships use sonar and video systems, cable cutters and a mine detonating device that can be released and detonated by remote control. They are also capable of conventional sweeping measures. The ships are of fiberglass sheathed, wooden hull construction. They are*

A Marinha da Suécia tem suas atividades de Guerra de Minas desempenhada pelo seu Esquadrão de Contramedida de Minagem que é composto pelos NCM da Classe *Koster* que eram os antigos NCM da Classe *Landsort* que foram modernizados.

2.1 AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM NA MARINHA DO BRASIL

O Com2ºDN é o Distrito responsável pela GM na MB, para conduzir as Operações de CMM que é uma das Operações da Guerra Naval⁹, a Força de Minagem e Varredura (ForMinVar) como Organização Militar (OM) da MB encarregada da manutenção do conhecimento neste ramo da GM.

Os Navios Varredores da Classe Aratu possuem o casco de madeira, a fim de diminuir sua assinatura magnética. A assinatura em lide pode ser apresentada graficamente, esboçando a medida do campo magnético irradiado. Os Navios de madeira possuem assinaturas magnéticas inferiores às dos navios ferromagnéticos, sendo que quanto mais alta a assinatura no espectro eletromagnético, mais suscetível a detecção de sensores e minas navais de influência magnética o navio será. O NV classe Aratu também possuem sistema de proteção magnética o *Degaussing*, que é um conjunto de bobinas, que quando estão acionadas reduzem a assinatura magnética desse meios. Segundo o Complexo da Magnetologia da Base Naval de Aratu (Assinatura Magnética, 2016) e com objetivo de reduzir as assinaturas magnéticas dos NV, são realizadas periodicamente, as corridas da raia magnética na Estação de Medições Magnéticas de Itaparica, e a BNA por meio do seu departamento de magnetologia realiza essas medições. Com base nas medições colhidas durante as corridas realizadas nas raias e caso valor esteja acima do previsto, são inseridos parâmetros de ajuste

the first large mine countermeasures ships built in the United States in nearly 27 years.” (Avenger, 2000, p.1, tradução nossa)

9 A guerra naval dispõe de diferentes tipos de operações navais. A classificação reflete o caráter geral de seus propósitos que devem concorrer, de alguma forma, para a execução das tarefas básicas do Poder Naval. (BRASIL, 2017, p.34)

no *Degaussing* para diminuir as assinaturas. Algumas medidas são adotadas para controle, o registro do material magnético dos NV, a desmagnetização dos equipamentos que passam por reparos, antes dos mesmos serem instalados a bordo dos NV.

O ComForMinVar visando atuar na redução das assinaturas acústicas dos seus Navios subordinados, envida esforços no intuito de efetuar regularmente as verificações das emissões acústicas dos equipamentos dos seus meios navais, por ocasião das corridas da raia acústica de Arraial do Cabo. Após as verificações obtidas durante a corrida da raia acústica dos navios, são apresentadas pelo Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP) as melhores configurações de operação dos equipamentos de bordo, que estabelece a condição mais silenciosa de operação do Navio. De posse das configurações de Navio Silencioso serão conduzidas as Operações de CMM, considerando as assinaturas acústicas dos Navios ao navegarem em local com ameaça de minas navais de influência acústica.

“A operação de Contramedidas de Minagem (CMM) ou de *Mine Countermeasures* (MCM) consiste na execução de ações ativas e passivas que visem a reduzir ou controlar a ameaça constituída pelas minas já lançadas pelo inimigo. Tem como efeito desejado a liberação do trânsito de navios de guerra e mercantes, normalmente, em áreas marítimas de passagem obrigatória ou na entrada e saída de portos ou bases navais, visando a reduzir ou a controlar a ameaça constituída pelas minas lançadas pelo inimigo” (DMN, p. 3-9, 2017).

As operações de CMM ativas são divididas em: Varredura Mecânica, Varredura de influência Acústica, Varredura de influência magnética e Varredura Explosiva que serão apresentadas a seguir.

2.1.1 Varredura Mecânica

A varredura mecânica na MB é realizada pelos Navio Varredores da Classe Aratu, este tipo de varredura pode ser feito das seguintes maneiras: varredura mecânica singela, quando é lançado o dispositivo de varredura mecânica por apenas um bordo do NV e a varredura mecânica dupla, cujo lançamento é efetuado pelos dois bordos do Navio. A varredura mecânica poderá ser realizada por um ou mais Navios Varredores sendo que,

quanto maior o número de Varredores empregados, maior será a área varrida¹⁰ pelo equipamento de varredura mecânica.

Os principais equipamentos empregados na varredura mecânica são: os cabos varredores, tesouras, depressor, cabo reboque do depressor, esbarros, placas defletoras, depressor auxiliar, os flutuantes, os tirantes e o guincho de varredura. Os cabos varredores são lançados pelos dois bordos do NV, e neles são fixados os dispositivos de varredura que serão rebocados. As tesouras são equipamentos que permanecem fixados nos cabos varredores durante a faina, elas tem a função de cortar o cabo amarra das minas de fundeio durante a realização da varredura. O Depressor é o responsável pela determinação da profundidade interna de varredura. As placas defletoras são responsáveis por fazer a varredura divergir, afastando-se, lateralmente do seu bordo¹¹ de lançamento, ou seja, a placa defletora de bombordo divergirá para esquerda, assim como a placa defletora de boreste divergirá para direita. O depressor auxiliar é o responsável pela determinação da profundidade externa de varredura. E o guincho de varredura que será responsável pela movimentação dos cabos de varredura.

É importante destacar que a faina de varredura é executada pela equipe de varredura, composta por militares qualificados para laborar os equipamentos de varreduras, montar e desmontar o dispositivo, as fainas são executadas manualmente, por isso exigem cuidados especiais, por esse motivo, haverá uma Oficial de segurança responsável pela preservação dos integrantes da equipe, todos os militares componentes da equipe utilizam EPI¹², o mestre do Navio é o responsável pela organização e condução da equipe de varredura.

10 Área varrida é a largura de varredura ou faixa varrida por equipamento de varredura com emprego de tesouras, cuja função é cortar o cabo amarra das minas navais.

11 Bordos – São as duas partes simétricas em que o casco é dividido pelo plano diametral. Boreste (BE) é a parte à direita e bombordo (BB) é a parte à esquerda, supondo-se o observador situado no plano diametral e olhando para a proa. (FONSECA, 2001)

12 EPI equipamento de proteção individual.

2.1.2 Varredura de influência Acústica

A varredura de influência acústica na MB é um tipo de varredura que pode ser feito das seguintes maneiras: por Martelos Eletroacústico que atuam em duas faixas de frequência, a baixa e a média, e o Martelo Mecânico que atua pelo fluxo de água que movimentam as pás do martelo, fazendo o martelo gerar um ruído de alta frequência. Os dispositivos de varredura são rebocados pelo Navio, podendo ser empregado um ou mais NV. E o propósito da varredura acústica é efetuar a limpeza de um canal varrido em um espectro acústico previamente setado, visando proteger determinado meio.

2.1.3 Varredura de influência magnética

A varredura de influência Magnética na MB pode ser feita das seguintes maneiras: varredura realizada empregando a calda magnética¹³ que produzirá um campo magnético que visa sensibilizar minas de influência magnética com objetivo de proteger determinado navio. E a varredura magnética realizada por bobina eletromagnética (HFG-18) a qual pode operar no mar ou em rios, sendo que ambos os dispositivos são rebocados pela popa do NV.

2.1.4 Varredura combinada

É o tipo de varredura que combina as varreduras de influência acústica com a de influência magnética. A varredura acústica é lançada pela popa por um bordo e a magnética é lançada pela popa ao centro do NV, com esta varredura são efetuadas a limpeza nesses dois espectros, conseqüentemente o tempo para condução da operação de CMM será reduzido.

2.1.5 Varredura Explosiva

A varredura explosiva é realizada pelo lançamento de granadas explosivas pela

¹³ Cauda magnética é um eletrodo que gera um campo magnético na água afastado da popa do NV, visando acionar as minas navais magnéticas.

popa dos NV, as granadas possuem um temporizador, fazendo com que a mesma, só seja acionada após determinado tempo de lançamento. O seu objetivo é detonar as minas navais com a explosão das granadas. Os NV deverão estar dispostos em formatura de linha de frente, fim evitar que as granadas cause danos aos NV que compõe o dispositivo.

2.1.6 Os resultados alcançados com a realização dos exercícios de CMM na MB

Os adestramentos são realizados por meio das Operações de CMM, a MB com objetivo de contribuir para o atingimento dos objetivos Nacionais, realiza exercício de CMM nos portos brasileiros, que primeiramente esses exercícios consistem no reconhecimento do porto, com destaque para os seus acessos pela via marítima, e na sequência são delimitados os possíveis canais de acesso aos portos, e nesses canais são programadas e realizadas a fainas de varredura para verificação dos esforços necessários a realização das Operações de CMM, a fim de se contrapor a possíveis ameaça de minas navais. Também são realizados exercícios de varredura empregando simulacros¹⁴, esses exercícios ocorrem da seguinte forma: em uma área marítima de exercícios da MB são lançados os simulacros, e para que seja efetuada limpeza da área marítima são elaborados planos de CMM, com base nos elementos conhecidos da área marítima em questão. Após isso, são iniciadas as operações de varredura baseadas no plano de CMM elabora, com objetivo de varrer efetivamente os simulacros de minas de fundeio. Os resultados alcançados nesses exercícios são extremamente positivos, chegando a atingir o aproveitamento por completo, ou seja todos simulacros lançados são varridos, comprovando a eficiência das atividades de varredura da MB.

2.2 AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM NA *UNITED STATES NAVY*

A USN possui a capacidade de realizar Operações Navais de CMM de Varredura

14 Simulacros são artefatos que simulam minas navais de fundeio.

e Caça de minas, e conforme apresentado no *Jane's* a USN (2017) seus NCM são da Classe *Avenger* possuem a capacidade de localizar, classificar e neutralizar as minas de fundo ou de fundeio, possuindo também um ROV e realizam varredura mecânica, varredura de Influência acústica e magnética. Os cascos são de fibra de vidro, com objetivo de reduzir a assinatura magnética.

Atualmente com o avanço tecnológico foram introduzidas novas concepções para a GM, essas atividades passaram a também serem desempenhadas por aeronaves de asa rotativa, que rebocam dispositivos de varredura mecânica, de influência magnética e de influência acústica. Além do *Littoral Combat Ship* (LCS) que é uma concepção de navios de superfície que compõe a USN, são ágeis e chegam a desenvolver 40 nós de velocidade, possuem tarefas múltiplas e também são empregados nas Operações de CMM. Os LCS ainda possuem aeronaves orgânicas embarcadas que realizam CMM, empregando o *semi-submersible Remote Multi-Mission Vehicle* (RMMV) equipados com Sonares de profundidade variável interligados aos *remote minehunting system* (RMS) responsável pelo reconhecimento e a caça de mina, mostrando uma nova concepção das GM, que ganha em mobilidade em suas operações.

“Os LCS Navios de superfície serão equipados com dispositivos reconfiguráveis, chamados módulos de missão (sistema de missão e equipamentos de suporte), que podem ser modificados rapidamente. Esses módulos combinam com destacamentos de tripulações e ativos de aviação para se tornarem pacotes completos de missão, que implantarão veículos e sensores tripulados e não tripulados em apoio a contramedidas minagem, guerra antissubmarino ou missões de guerra de superfície”. (LCS, 2013, p.1, tradução nossa)¹⁵

O sistema de CMM das aeronaves de asa rotativa MH-60-S é constituído por dois sistemas o *Airborne Laser Mine Detection System* (ALMDS)¹⁶ e o *Airborne Mine*

15 “The LCS seaframes will be outfitted with reconfigurable payloads, called mission modules (made up of mission systems and support equipment), which can be changed out quickly. These modules combine with crew detachments and aviation assets to become complete mission packages, which will deploy manned and unmanned vehicles and sensors in support of mine countermeasures, anti-submarine warfare, or surface warfare missions” (LCS, 2013, p.1, tradução nossa).

16 ALMDS sistema aéreo de detecção de minas a laser (USN, 2017).

Neutralisation System (AMNS)¹⁷, o primeiro é um sistema de detecção a laser que proporciona maior velocidade de varredura e conseqüentemente uma detecção de minas navais mais rápida e o segundo sistema será responsável pela neutralização das minas. A USN ainda possuem o *Coastal Battlefield Reconnaissance and Analysis* (COBRA)¹⁸ semelhante a um helicóptero, que decola e pousa de uma plataforma de superfície no mar, faz uso ainda do *Knifefish*¹⁹ empregado para realizar CMM e também possui *unmanned surface vehicle* (USV)²⁰ que reboca o *Unmanned Influence Surface Sweep* (UISS)²¹ para varredura de minas de influência.

Os EUA possuem inúmeros equipamentos e plataformas que são empregadas em suas atividades de GM, contudo a USN vem se empenhando cada vez mais para desenvolver equipamentos e sistemas de detecção de minas navais não tripulados, possam garantir a segurança dos seus militares que estão envolvidos nas atividades de GM.

2.3 AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM NA *ROYAL SWEDISH NAVY*

As RSwN é uma Marinha que concentra suas atividades na defesa de costa e na Guerra litorânea, participando basicamente de Operações em águas litorâneas, as Operações de CMM são desempenhadas por sete Navios multipropósito da Classe *Landsort* que foram modernizados e transformados na Classe *Koster*. A RSwN possui grande expertise na realização de Operações de CMM, uma vez que em suas operações de caça de minas ainda são encontradas minas navais empregadas na Primeira (1914 a 1918) e Segunda Guerras Mundiais, mais precisamente, na região do mar Báltico.

De acordo com *Jane's* RSwN (2017), os *mine-countermeasures vessels*

17 AMNS Sistema aéreo de neutralização de mina.

18 COBRA é um sistema de detecção e análise de minas não tripulado.

19 *Knifefish* é um veículo de submarino não tripulado lançado pela superfície que realiza CMM.

20 USV é um veículo de superfície não tripulado.

21 UISS é um sistema de varredura de influência na superfície não tripulado.

(MCMVs)²² da *Koster-class* são capazes de lançar varredura mecânica, varredura de influência magnética e de influência acústica, além de possuir um sistema de CMM que opera integrado com um sonar de casco, e um ROV, o *Double Eagle Mk III*. De acordo com informações *Svenska Aeroplan Aktiebolaget (SAAB)*²³ (2014) fabricante de equipamentos de CMM, o *Double Eagle Mk III* é um veículo submersível que possui um sonar com capacidade de operar em profundidade variável, sendo capaz de operar a partir de qualquer tipo de navio ou plataforma, o seu lançamento e recolhimento requer auxílio de um guincho, sendo sua conexão feita com navio mãe²⁴ por meio de um cabo, que fornece energia ao veículo, transmite os comandos de controle, bem como trafegar os dados obtidos em tempo real para a melhor avaliação dos Operadores de bordo. Pelo fato de receber a energia de operação para o seu funcionamento do navio, o *Double Eagle* pode ser considerado um equipamento com autonomia ilimitada, dependendo apenas da permanência do navio mãe nas proximidades da área de operação.

A concepção e operação do *Double Eagle*, segundo a SAAB (2014) é baseada em uma nova abordagem, o equipamento é lançado do navio e sua operação é há várias centenas de metros à frente do seu navio mãe. A sua operação consiste em operar o sonar para detectar minas navais. Como o sonar desse veículo é posicionado na sua proa, isso confere ao *Double Eagle* a possibilidade de realizar pesquisa subaquática, com a detecção e classificação de objetos que estão submersos. Esse novo conceito de operação não só melhora segurança do navio e da tripulação, mas também aumenta o desempenho do sonar, pois é possível variar tanto a profundidade, como a ângulo de visão do alvo. Durante uma missão, o *Double Eagle* PVDS como ele opera em comunicação com o navio, há possibilidade do operador utilizar os dados colhidos combinados aos dados do sistema tático do navio. De acordo com os dados

22 MCMVs são navios de contramedida de minagem.

23 SAAB é uma empresa Sueca de defesa. Disponível em:

<<https://saab.com/pt/region/brasil/sobre-a-saab/historias/historias-saab-brasil/2018/a-saab-ainda-faz-carros/>>. Acessado em: 05 jul. 2019.

24 Navio mãe é o navio a partir do qual é operado o equipamento.

obtidos e a avaliação do operador o *Double Eagle* pode alterar sua derrota²⁵ a qualquer momento, basta que sejam inseridos novos *waypoints*²⁶, isto confere maior precisão nas informações obtidas, conseqüentemente maior segurança quando navegando em campo minado.

A RSwN também utiliza o *SeaFox* que de acordo com o seu fabricante a *Atlas Elektronik* (2017) é um sistema de CMM que é descartável, com cerca de 1,3 metro e 40 quilogramas e uma carga explosiva na parte frontal, é bem fácil de ser manuseado, composto por um console de operação, um lançador e os veículos *SeaFox*. A comunicação entre o console e veículo é feita por alta frequência, seus sensores sonar, ecobatímetro e câmera de *closed-circuit television* (CCTV)²⁷, são conectados por meio de um cabo de fibra óptica fina. Sua propulsão é feita por quatro motores independentes e reversíveis mais um propulsor flutuante, garantindo uma boa manobrabilidade e precisão de posicionamento para o impacto contra as minas.

O perfil da missão do *SeaFox*, segundo a *Atlas Elektronik* (2017) o navio caçaminas com seu sonar identifica um contato, para sua segurança, e a fim de classificar o tipo de contato o *SeaFox* é lançado ao mar. Logo é iniciada sua corrida de busca utilizando como referência o seu contato sonar, ou pelos *waypoints* que foram setados, já na fase final de identificação com sua guiagem por meio do sinal do seu sonar, o sistema de identificação CCTV é ativado, caso o contato seja uma mina naval, poderá ser feita sua destruição.

Quando o *SeaFox* opera *stand-alone*²⁸, o console utiliza os seus sensores eletrônicos, software, *displays* para guiar o veículo automaticamente em direção ao alvo, identificar e destruí-lo caso necessário, se chocando contra alvo, que naturalmente será uma mina naval. Quando o *SeaFox* for operado por meio do console a destruição do alvo será feita

25 Derrota caminho seguido por um navio. <<http://salvador-nautico.blogspot.com/2015/12/derrota.html>>
Acessado em: 21 jul. 2019.

26 *Waypoints* pontos da derrota.

27 CCTV circuito fechado de televisão.

28 *Stand-alone*, operação independente.

pelo operador através do CCTV.

O MCM *Koster* para sua autoproteção opera com veículos não tripulados que possuem capacidade de realizar varredura de influência magnética e acústicas. Este tipo de operação oferece segurança aos navios. Dado o tipo de vias navegáveis na Suécia, com grande presença de trechos com muitos obstáculos, as operações de CMM predominantes em águas navegáveis são as de caça de minas, pois as velocidades de operação devem ser bem baixas, devido aos inúmeros obstáculos a navegação.

Inicialmente na RSwN as operações de CMM eram realizadas pelos Navios da Classe *Landsor* que podem ser considerados navios de multipropósito²⁹, atualmente esses navios foram modernizados, e transformados na Classe *Koster*, que segundo informações da RSwN não realizam operações de varredura, devido à especificidade das vias navegáveis suecas, que possui inúmeros perigos a navegação, dificultando as operações de varredura. De acordo com informações obtidas por meio de intercâmbio entre a MB e RSwN³⁰ (2018) as características do mar suecos a RSwN priorizou as operações de caça de minas em detrimento as de varredura, por suas características relacionadas a navegação em sua região, requer maior precisão e demandam menores velocidades, outras operações estão sendo largamente desenvolvidas, as operações de CMM com os diversos e modernos veículos submersíveis empregados neste ramo da GM.

2.4 O DESPERTAR DA GUERRA DE MINAS NA MARINHA DO BRASIL, NA *UNITED STATE NAVY* E NA *ROYAL SWEDISH NAVY*

A mentalidade de GM da MB ao longo de cerca de meio século, ainda não se mostra consolidada, há grande necessidade de divulgação da mentalidade de GM. O Com2ºDN, por meio do ComForMinVar e do Grupo de Avaliação de Guerra de Minas

²⁹ Navios de Multipropósito são meios capazes de realizar vários tipos de operações, Varredura, Caça de minas e outras.

³⁰ Intercambio realizado com a MB, a RSwN proferiu palestra sobre suas Operações de CMM.

(GAAGueM) são os principais vetores de divulgação da mentalidade de GM da MB. Vem sendo conduzido um trabalho de capacitação para realização das operações de CMM, isso só será possível com a divulgação da importância das Operações de CMM para MB. Algumas mudanças que contribuíram para não perdermos esta capacidade, podemos destacar: a aquisição dos NV da Classe Aratu, a realização dos cursos de varredura para Oficiais (VAR-OF), de varredura para Praça (VAR-PR), de varredura Eletrônicas (VAR-ET), de guerra de minas para Oficiais (GUEM-OF), os simpósios de GM realizados pelo GAAGueM, além dos intercâmbios realizados em Marinhas Estrangeiras.

Corroborando para o crescimento da mentalidade de GM, vale evidenciar os exercícios operativos de CMM, realizados pelos nossos NV em Águas Nacionais e Internacionais. As comissões operativas intituladas “DRAGÃO”, que são exercícios de Operações Anfíbias³¹, realizados normalmente uma vez ao ano. Nesses exercícios participam os Navios, Aeronaves e embarcações da Esquadra Brasileira, da mesma forma os meios dos Fuzileiros Navais com suas tropas, somados aos meios Distritais e aos NV, por ser uma das Operações mais completas da Guerra Naval, ela é uma excelente oportunidade para adestrarmos os nossos meios de CMM. Pois além das varreduras para efetuar a limpeza dos canais de acesso para o desembarque anfíbio, são também estabelecidos pelos meios da ForMinVar a demarcação dos canais varridos, por meio do lançamento boias de demarcação de canal. Uma vez estabelecido os canais varridos, os NV guiam os meios de desembarque anfíbio pelo canal delimitado até a praia de desembarque, os métodos de guiagem podem ser por meio de sinais luminosos, sonoros ou sinais táticos.

Com relação a USN que atualmente é uma Marinha que se faz presente em todos os oceanos, e de acordo com Senna (2011) participou importantes conflitos onde foram empregadas minas navais, dos quais podemos destacar a Segunda Guerra Mundial na qual

31 A Operação Anfíbia (OpAnf) é uma operação naval lançada do mar, por uma Força-Tarefa Anfíbia (DMN, p. 36, 2017).

foram empregadas 810.000 minas navais e foram afundados cerca de 2.700 navios, os EUA na campanha contra o Japão empregou cerca de 12.000 minas atingindo as Linhas de Comunicações Marítimas (LCM) do Japão e chegou a atingir cerca de 670 navios mercantes japoneses. Também de acordo com SENNA (2011), na Guerra da Coreia (1950 a 1953), visando evitar o desembarque Anfíbio em *Wonsan* foram empregadas cerca de 3.000 minas navais, o esforço da USN em Operações de CMM só conseguiu varrer apenas 225 minas, e tiveram danificados 4 NV, 1 rebocador e 4 *Destroyers*. Além das perdas de meios os EUA atrasou o seu desembarque em cerca de 8 dias. Segundo SENNA (2011) outro conflito onde se empregaram minas navais foi a Guerra do Iraque (1980 a 1988) na qual foram empregadas 1200 minas navais em 10 campos minados distribuídas no litoral até 40 milhas da costa, elas foram responsável pelas avarias causadas aos *USS Trípoli* e *USS Princeton*. Da mesma forma o esforço para limpeza dos campos minados foram enorme, só para neutralizar apenas 191 minas. Daí podemos constatar a grande dificuldade de se estabelecer a limpeza de um campo minado.

Atualmente os EUA está em alerta com a crise no estreito de Ormuz, local onde podem ser empregadas minas navais que podem afetar as LCM que é uma das principais vias de escoamento do petróleo mundial. Por isso, é importante dominar o emprego de meios de CMM, e possuir considerável conhecimento nas atividades de GM, pois a História mostrou que é muito fácil se lançar as minas, mas é profundamente difícil efetuar a limpeza de campos minados. Por isso a importância de conhecer e investir na GM, como é feito pelo EUA.

A RSwN marinha de predominância costeira, apesar de não possuir grande quantidade de meios de GM como a USN, a Marinha Sueca possui considerável conhecimento nas Operações de CMM, e prioriza os exercícios de caça de minas. O mar Báltico no entorno sueco tem pequenas profundidades com cerca de 60 metros e costa com inúmeras reentrâncias, além das características de variação magnética do local em função da

proximidade do polo norte e presença de gelo, exigem maior detalhamento nas operações de CMM.

Face à necessidade de evolução da nossa marinha, que tem a desafiadora missão de proteger a nossas águas jurisdicionais, no próximo capítulo abordaremos o programa do SN-BR aliado a Caça de minas, um programa inovador que abarca o desenvolvimento tecnológico, desenvolvimento da indústria de Defesa e o posicionamento do nosso país em posição de destaque, devido as conquistas emanadas pelo crescimento no programa nuclear brasileiro.

3 O SUBMARINO DE PROPULSÃO NUCLEAR BRASILEIRO E A NECESSIDADE DE INCORPORARMOS A CAÇA DE MINAS AS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDA DE MINAGEM

3.1 O PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTOS DE SUBMARINOS

Segundo o ProSub MB³², o Brasil é um Estado de dimensões continentais, ao longo de sua fronteira marítima há cerca de 8,5 mil quilômetros de costas. Suas águas jurisdicionais abarcam as mais variadas riquezas minerais e energéticas, além de ser fonte de alimentos. Em torno de 95% das nossas importações e exportações são transportadas pela via marítima, estando no mar cerca de 90% das reservas petrolíferas brasileiras. As nossas águas, o solo e subsolo marinho são o berço de inúmeras riquezas, dado o valor dos mares brasileiros, foi feita uma analogia entre nossos mares e a nossa Amazônia, dando o título de Amazônia Azul. De acordo com a Política Nacional de Defesa (PND)³³ (END, pg.11, 2012) no entorno da Amazônia Azul estão incluídas a camada do pré-sal, onde estão as maiores reservas de petróleo e gás brasileiras, fontes de energia que balizam o desenvolvimento Nacional, aliados as atividades de pesca e reserva minerais. Visando a proteção da Amazônia Azul o Brasil entende que:

“Para assegurar a tarefa de negação do uso do mar, o Brasil contará com força naval submarina de envergadura, composta de submarinos convencionais e de submarinos de propulsão nuclear. O Brasil manterá e desenvolverá sua capacidade de projetar e de fabricar tanto submarinos de propulsão convencional, como de propulsão nuclear. Acelerará os investimentos e as parcerias necessários para executar o projeto do submarino de propulsão nuclear. Armará os submarinos com mísseis e desenvolverá capacitações para projetá-los e fabricá-los. Cuidará de ganhar autonomia nas tecnologias cibernéticas que guiem os submarinos e seus sistemas de armas, e que lhes possibilitem atuar em rede com as outras forças navais, terrestres e aéreas” (END, p.70, 2012).

32 ProSub MB (2017). Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/institucional>>. Acessado em: 22 jul. 2019

33 A PND é o documento condicionante de mais alto nível do planejamento de ações destinadas à defesa nacional coordenada pelo Ministério da Defesa. (PND, p.11, 2012)

Para proteger o patrimônio Nacional e contribuir para a consecução dos Objetivos Nacionais, constantes da PND, baseada nas tarefas estratégicas previstas na Estratégia Nacional de Defesa (END), a MB criou em 23 de dezembro de 2008, o Programa de Desenvolvimento do Submarino (ProSub). O ProSub é um programa brasileiro de suma importância para a manutenção da soberania Nacional, segundo a ProSub MB (2010)³⁴ o programa tem como meta a fabricação de quatro submarinos convencionais e um submarino de propulsão nuclear. Para concretizar o projeto, foi firmado acordo um de transferência de tecnologia entre o Brasil e França. O projeto encontra-se em andamento, tendo sido construído um complexo de infraestruturas industrial, para a condução das obras que contempla a Base Naval de Itaguaí, a Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM) e o Prédio principal do Estaleiro de Produções de Construções. Cabe ressaltar que a Base encontra-se em construção e que o Submarino Riachuelo, o primeiro a ser fabricado, teve sua construção concluída, estando no momento em fase de testes para ser entregue ao Setor Operativo da MB. Os outros três submarinos convencionais do ProSub estão em construção, o sucesso alcançado nesta etapa do projeto servirá de experiência para a condução do projeto e a fabricação do submarino nuclear.

Os submarinos de propulsão nuclear antes de se fazer ao mar em direção a sua área de operação, necessitam que sejam cumpridas medidas de proteção ao longo dos canais marítimos entre suas bases e o alto-mar, nesse contexto, deverá ser incluída as Operações de CMM por meio da Caça de minas antes das operações com esses submarinos. Tal procedimento é realizado pelas Marinhas que possuem submarinos de propulsão nuclear: A USN, a Marinha Russa, a Marinha Britânica, a Marinha Francesa, Marinha Chinesa e a Marinha Indiana.

34 ProSub MB <<https://www.marinha.mil.br/prosub/institucional>>. Acessado em: 22 jul. 2019.

3.1.1 A Nacionalização no Programa de Desenvolvimento do Submarino

O ProSub está contribuindo para o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa (BID) brasileira, podendo ser considerado um dos maiores programas de caráter Internacional firmado pelo Brasil, segundo o ProSub O GRAU DE NACIONALIZAÇÃO (2010)³⁵ deste projeto, está entre os maiores programas de capacitação do Brasil, contando com transferência de tecnologia, incremento da nacionalização dos produtos e sistemas adquiridos em todas as etapas, compreendendo a fase de construção e também a fase de manutenção do submarino com propulsão nuclear. A Marinha para contribuir com a nacionalização efetuou duas escolhas essenciais: a seleção dos itens com teor tecnológico elevado que podem despertar o interesse das indústrias Nacionais e a outra tarefa é verificar se as indústrias brasileiras seriam capazes de fabricar tais itens.

A nacionalização neste projeto contou com a participação de inúmeras empresas, que produziram cerca de 95% dos componentes dos sistemas em indústrias nacionais. Além dos itens de sistema, foram contemplados alguns serviços de integração de sistemas e suporte técnico, chancelando o alto grau de nacionalização do projeto. Houve também a necessidade de alguns funcionários de empresas brasileiras receberem qualificação para execução dos serviços. A lista de empresas interessadas em participar do ProSub é bem extensa pois, com os ensinamentos adquiridos no projeto, estas serão capazes de contribuir para o desenvolvimento Nacional, e incremento da indústria de defesa, possibilitando que tais empresas ingressem em futuros contratos nacionais e internacionais.

3.1.2 Os benefícios Tecnológicos advindos do ProSub

O ProSub desde o começo fomentou o avanço tecnológico das indústrias brasileiras, após 10 anos de sua criação, de acordo com a MB este programa Homérico³⁶,

35 Nacionalização <<https://www.marinha.mil.br/prosub/nacionalizacao>>. Acessado em: 22 jul. 2019.

36 De caráter extraordinário, fantástico, desmedido das cenas épicas presumivelmente descritas por Homero.

proporcionou significativa transferência de tecnologia e colocará o Brasil em um patamar bem elevado no ramo das atividades de produção nuclear, pois a partir deste projeto serão agregadas as capacidades de projetar, construir, operar e manter seus próprios submarinos convencionais e os de propulsão nuclear. Além de despertar o interesse dos mais diversos setores da indústria Nacional que possuem importância Estratégica para o Brasil.

Com as novas tecnologias prosperando em nossas indústrias, poderemos perceber que gradativamente haverá certo grau de crescimento econômico, conseqüentemente haverá maior investimento nos setores de desenvolvimento de tecnologia. O ProSub é um dos maiores incentivadores do desenvolvimento da indústria de Defesa Nacional. Essa por sua vez, congrega os setores de mecânica, eletromecânica, eletrônica, química e da Indústria Naval Brasileira. O caráter dual das tecnologias gerenciadas pelo ProSub, que ora são utilizados na Indústria Naval podem vir a ser utilizados por outros ramos industriais, como indústria farmacêutica, entre outras.

Para se chegar à construção do SN-BR será necessário alcançar diversas metas de desenvolvimento, que segundo o ProSub OS BENEFÍCIOS TECNOLÓGICOS (2010) envolvem áreas de suma importância para Indústria Naval, a saber: engenharia, desenvolvimento de sistemas de controle integrado, nacionalização de equipamentos e sistemas, técnicas modernas de construção naval, desenvolvimento de laboratórios de ensaios e testes para diversas aplicações, projeto e construção de uma planta de propulsão nuclear, que é o mais importante para o ProSub, a integração de sistemas, bem como a realização de estudos e o estabelecimento de novas regras para licenciamento nuclear.

“O acordo entre o Brasil e a França para o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) tem três premissas básicas: transferência de tecnologia, nacionalização de equipamentos e sistemas e capacitação de pessoal. A transferência tecnológica se dá nas áreas de projeto e construção de submarinos e infraestrutura industrial.”. (Transferência de tecnologia, p.1, 2013)

Visando proporcionar ao Brasil a Transferência de Tecnologia para o projeto, foi construída em Itaguaí a Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM) que no

processo de construção dos submarinos é a responsável pela fabricação das peças estruturais, tubulações, dutos e suportes, e também efetua a montagem e instalação dos equipamentos nas seções, e condução do alinhamento e a soldagem das seções do casco do submarino. Além da UFEM foram construídos o Estaleiro de Construção e Manutenção e a Base Naval (EBN), os requisitos e informações técnicas, avaliação e certificação do projeto e consultoria técnica foram elaborados pelo *NAVAL GROUP*³⁷.

3.1.3 A Construção do Submarino com propulsão nuclear

De acordo com o ProSub A FINALIDADE (2010) construir um SN-BR proporcionará um incremento nas nossas capacidades de dissuasão e negação do uso do mar, garantindo assim a nossa soberania na Amazônia Azul e atenderá as diretrizes da END relativos ao ProSub. Os submarinos de propulsão nuclear são essenciais às operações de defesa realizadas distante de suas bases de apoio logístico, pois têm capacidade de ocultação e sua autonomia se restringe apenas a quantidade de gêneros alimentícios e higiene física da sua tripulação. Além dele não necessitar vir a superfície por meses, contribuindo para a sua ocultação. E o SN-BR empregará altas velocidades por grande período de tempo, o que facilita o seu emprego.

Paralelo ao andamento do ProSub é importante analisar como será desenvolvida a segurança dos canais marítimos de acesso a Base Naval de Itaguaí, considerando a hipótese de serem implantados meios de CMM para garantir a navegação segura nos canais de acesso ao porto, e partir para o emprego de meios de caça de minas.

3.2 CAÇA DE MINAS E OS SUBMARINOS DE PROPULSÃO NUCLEAR

Baseado no emprego do submarino de propulsão nuclear realizado pelas Marinhas

³⁷ *NAVAL GROUP* é um grupo industrial Francês, especializado em Defesa naval.

que possuem este excelente vetor de Dissuasão, é mandatório que sejam realizadas operações de caça de minas antes de qualquer saída do porto de um submarino nuclear. Com o advento do SN-BR a MB, deverá empenhar-se em robustecer suas operações de CMM, seja com o emprego de navios, veículos, ou vetores que realizem CMM, em especial a caça de minas. Para balizar o melhor caminho a ser adotado, é importante considerar as experiências vivenciadas pelas Marinhas que possuem submarinos nucleares, em especial a USN que é atualmente a maior Marinha do mundo, não só em quantidade meios, mais também em qualidade. Segue o organograma da Esquadra do Atlântico dos EUA, que é subordinada ao Comando da 4º Frota (*USSOUTHCOM*), em que podemos observar a estrutura de GM da USN.

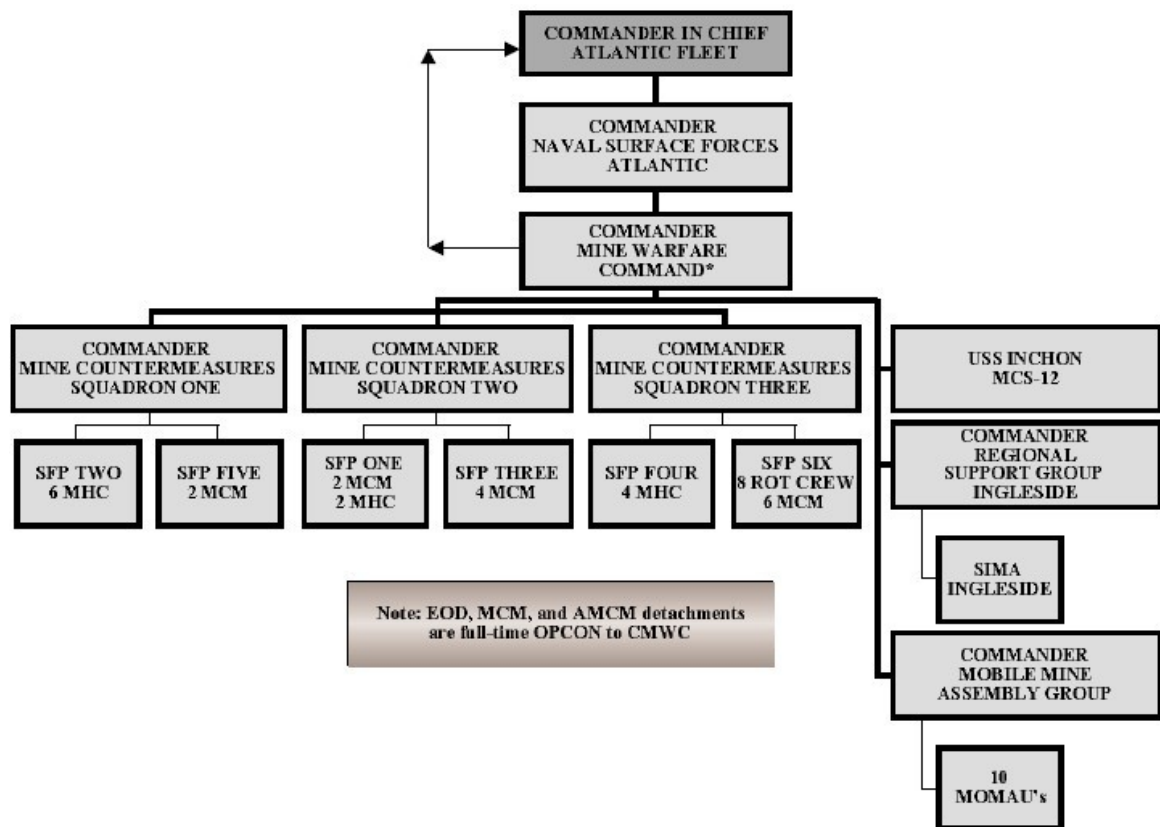


Figura 1: *Mine Warfare Chain of Command*³⁸

Fonte: Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/9773.html>>. Acessado em: 10 maio 2019.

Como podemos observar no organograma acima o Comandante da GM é

38 Cadeia de Comando de Guerra de Mina

subordinado ao Comando da Força de Superfície do Atlântico e possui relações diretas com o Comandante-em-Chefe da Esquadra do Atlântico, o que denota a importância da Guerra de Minas na USN, também podemos observar que há três Esquadrões de CMM.

A missão do Comando de Guerra de Minas inclui o desenvolvimento e avaliação da doutrina, tática e equipamentos de GM. Além disso, presta assessoria técnica ao Comandante da Frota, efetuando o planejamento de CMM, investigando as capacidades minagem de estrangeiras e desenvolvendo as CMM para proteger suas Força Navais.

Doutrinariamente a USN realiza operações de CMM antes de Operar os seus submarinos nucleares, tais operações consistem em realizar caça de minas ao longo dos canais por onde os seus submarinos nucleares navegarão. Nessas operações são empregados meios de CMM, cuja função é realizar o mapeamento do fundo marinho. Os dados obtidos durante a caça de minas são comparados com as informações existentes em um banco de dados (BD) existente, caso haja qualquer objeto novo que seja avaliado como uma possível ameaça, eles serão investigados através dos meios caça de minas, que realizarão a classificação do objeto. Confirmada a presença de uma ameaça, serão conduzidos os procedimentos para a sua neutralização, seja por meio de veículos remotamente operados, autônomos, ou até por grupo desativação de artefatos explosivos (GDAE).

É importante ressaltar que a USN considera em seus planejamentos o estudo dos dados ambientais e suas influências durante as operações, essas informações são essenciais para preparação das operações de CMM que antecedem as operações com os submarinos nucleares, elas auxiliam à tomada de decisão sobre as quais métodos devem ser empregados, quais as dificuldades podem ser encontradas, como exemplo podemos citar as características dos sedimentos dos fundos marinhos, que podem influenciar na visibilidade e na propagação sonora, isto poderá dificultar as fainas de caça de minas, tornando-as mais lentas. As operações de CMM realizadas por veículo remotamente operados que fazem uso de conexão

*wireless*³⁹, normalmente sofrem interferência das condições ambientais severas, podendo por vezes causar o cancelamento das operações, o que poderia retardar a saída com o submarino nuclear.

Os EUA é um Estado banhado por dois oceanos o Atlântico e o Pacífico, segundo Walker e Krusz (2018) para garantia de sua soberania é vital manter uma Força de Submarinos com grande capacidade, para garantia da segurança de suas rotas marítimas. Os submarinos nucleares de ataque contribuem para a manutenção do controle de suas LCM. Nesse contexto, a energia nuclear permite ao submarino uma autonomia quase ilimitada, com o reator nuclear nunca precisando ser reabastecido, possuindo vida útil de cerca de 25 anos.

A principal capacidade de um submarino é a sua ocultação, ele é um vetor eminentemente de ataque. Além disso, o submarino de propulsão nuclear possui vantagem quando comparado ao Submarinos convencionais devido à quantidade de *snorkel*⁴⁰ que são realizados, para renovação do ar e liberação dos gases de combustão dos motores geradores a diesel para carregar suas baterias. Durante os *snorkel* os submarinos desaceleram, por causa dos seus mastros e para evitar a exposição. Já por outro lado os submarinos de propulsão nuclear não dependem do ar, os submarinos nucleares não necessitam de fazer *snorkel*, quando operando não precisam vir a cota periscópica, logo eles podem manter a máxima discrição ficando completamente submersos, além de poderem desenvolver altas velocidades de até cerca de 30 nós.

O reator nuclear necessita de vários cuidados especiais para sua operação, por isso é de suma importância que os reatores dos submarinos nucleares obedeçam procedimentos rígidos de segurança; Devendo ser cumpridos todos os requisitos previstos pelas Agências Internacionais reguladoras de Energia Atômica, a fim de evitar acidentes. O procedimento de mapeamento do subsolo marinho dos acessos as Bases de Apoio de Submarinos de propulsão

39 Comunicação por rede sem fio.

40 *Snorkel* é o posicionamento do submarino na cota (profundidade) em que o seu periscópio pode ser içado até a superfície da água.

nuclear, e a verificação dos possíveis perigos que possam existir, tais como: minas navais, obstruções que impeçam a navegação segura do submarino, hidrofones para coletar dados de assinatura dos nossos submarinos, ou quaisquer outras ameaças que restrinjam a operação do mesmo, são procedimentos que devem garantir segurança dos submarinos na saída e entrada dos portos. Por isso é importante se reforça que os submarinos de propulsão nuclear devem ter uma estrutura de GM, dedicada a sua operação.

As atividades de CMM voltadas a Caça de minas são as operações que garantirão a segurança dos submarinos nucleares, daí a necessidade de se empregar os meios de CMM, se fazer a análise para certificar que não haverão ameaças contra esses submarinos. Nesse contexto, podemos considerar que a caça de minas deve ser realizada em conjunto com os submarinos nucleares, sendo que os meios de CMM conduzirão as operações precursoras para garantir a saída e entrada dos submarinos com segurança.

As minas navais são artefatos que requerem grande conhecimento de Operações de CMM para que sejam neutralizadas, no próximo capítulo abordaremos as atividades de Varredura e Caça de Minas, em que será analisado se essas operações complementares.

4 AS ATIVIDADES DE VARREDURA E CAÇA DE MINAS PODEM SER ATIVIDADES COMPLEMENTARES

4.1 AS MINAS NAVAIS

Podemos observar que as minas navais é um poderoso elemento de negação do uso do mar, uma simples declaração de suspeitas de minas em um local, restringe ou até impede o uso do mar na região em questão. Apresentaremos a seguir os principais tipos de minas navais o que serve para embasarmos o emprego de CMM para contribuir para a segurança do uso mar. As minas navais se classificam da seguinte forma: Quanto ao posicionamento no fundo, podem ser minas de fundo que são empregadas com eficiência até 60 metros, minas de fundeio que são posicionadas até 900 metros, minas derivantes⁴¹ que ficam à deriva na superfície e minas especiais que são autopropulsadas. Quanto ao método de atuação, podem ser de contato, que se divide em ação galvânica, de disparo mecânico que se subdivide em hidrostática e inercial, e as eletroquímicas. Continuando com o método de atuação elas podem ser de influência magnética, acústica, pressão e combinada.

De acordo com o *National Research Council*⁴² (2000) do EUA podemos classificar as minas navais conforme a profundidade de plantio⁴³. Tal classificação está divididas em intervalos de profundidade, conforme apresentado a seguir: zona de *surf* que vai de 0 a 6 m, onde devem ser plantadas minas de fundo e fundeio; águas muito rasas de 6 a 12 m, onde são plantadas minas enterradas, de fundo e fundeio; águas rasas de 12 a 60 m onde são plantadas minas enterradas, de fundo e fundeio; e Água profundas acima de 60 onde são plantadas minas enterradas, de fundo, fundeio e de profundidade variável.

41 Minas derivantes proibidas pela convenção de Haia.

42 Conselho Nacional de investigação

43 Profundidade de plantio é a profundidade onde a poita da mina será posicionada para as minas de fundeio, já para as minas de fundo é a profundidade onde elas se encontram.

Segundo JACKSON (1997) por ocasião da 1ª Guerra do Golfo (1990-1991) para cumprir a missão delineada pelo falecido Almirante Jeremy M. Boorda, Chefe de Operações Navais da USN à época, os comandantes operacionais adotaram postura de evitar as minas. Mas, evitar é baseado em suas capacidades de determinar a localização e as características das minas. Daí a importância de se ter meios com capacidade de CMM para evitar os danos provocados pelas minas navais.

De acordo com o Conselho Nacional de investigação (2000) dos EUA em meados dos anos 80, o número de minas navais e de países com capacidade de GM aumentou significativamente. Atualmente, há mais de 50 Estados, incluindo aqueles que se encontram envolvidos em questões de crise política e áreas sensíveis, e os que possuem conhecimento na área de minagem, e atualmente se tem disponível no mercado internacional mais de 300 tipos de minas.

As minas navais quando são empregadas proporcionam uma grande vantagem para no controle de áreas de marítima, pois ela efetivamente nega o uso do mar ao inimigo, através bloqueio, desvio, interrupção ou retardo das forças navais oponentes, o que contribui para impedir o inimigo de alcançar os seus objetivos em uma situação de conflito. As minas também podem comprometer o fluxo das LCM, por onde são transportados materiais, equipamentos e combustíveis, conseqüentemente interrompendo fluxo logístico para o abastecimento das Forças de um determinado beligerante.

Dada a evolução da GM e o desenvolvimento tecnológico percebemos que as minas navais acompanharão esta gama de inovações, atualmente podemos encontrar os mais variados tipos de minas, podendo ser intituladas como inteligentes, vou citar alguns exemplos, as minas autopropulsadas, minas com formato *stealth*⁴⁴, minas que impossibilitam a varredura e caça de minas. Nesse contexto, podem se destacar a criação de novos padrões de sensibilidade das minas como: a assinatura sísmica e elétrica, as técnicas de despistamento

44 *Stealth* significa furtividade.

para confundir os beligerantes, minas com alto poder de impacto, emprego de minas em águas confinadas e na entrada de portos, entre outras técnicas de emprego das minas.

4.2 VARREDURA

As Varreduras pode ser realizadas por vários meios, entre eles podemos destacar os NV, Navios de Multipropósito, Aeronaves de asa rotativa e veículos não tripulados. Um campo minado pode ser limpo através de varredura, para tal deve se ter um planejamento para limpeza do campo. Os dados de planejamento para limpeza de minas estão em um plano de CMM, que determinará vários elementos importantes para a limpeza, dois quais podemos destacar: a área a ser efetuada a limpeza; os métodos deverão ser empregados, varredura ou caça de minas, uma vez optada a varredura; quais os meios serão utilizados, as formaturas empregadas, os tipos de varredura e o grau de limpeza desejado, que determinará o esforço de varredura necessário.

Sob o ponto de vista da segurança, as varreduras realizadas por aeronaves e veículos não tripulados, não oferecem grande risco aos militares empenhados nesse tipo de operação, pois não há o contato físico com os mantenedores da varredura, todavia não se pode garantir a completa precisão dos seus vetores de CMM, pelo fato desses veículos serem remotamente operados. Os operadores dos referidos veículos, de posse dos dados obtidos, podem efetuar alterações nos movimentos, com objetivo de corrigir as derrotas e erros apresentados. Outras dificuldades nas referidas operações, podem ocorrer com mudança do clima, que em condições severas de tempo poderão prejudicar as comunicações, conseqüentemente surgindo erros na navegação dos veículos.

O emprego de NV em um campo minado pode representar um risco de ativação de uma mina, contudo sua operação evita alguns erros supracitados, pelo fato de que os condutores monitorarão principalmente a navegação, seguindo e corrigindo as derrotas,

ajustando os equipamentos de varredura, desde alteração de profundidade de varredura, até a alteração dos parâmetros acústicos, magnéticos, entre outros.

Os riscos em uma operação de CMM são muitos, contudo alguns podem ser mitigados, tomadas certas medidas de proteção, tais como: a redução da assinatura magnética, a retirada de todos os materiais e equipamentos magnético antes das operações de CMM, o estabelecimento da condição de navio silencioso, o estudo das características das possíveis minas navais empregadas no campo, e demais medidas que visem a proteção.

Considerando o fator tempo para realização de CMM é importante ressaltar que as operações de varreduras são muito mais rápidas que as operações de caça de minas, pois a velocidade dos meios de CMM de varredura chegam a ser pelo menos de 2 a 3 vezes maior.

4.3 CAÇA DE MINAS

As Operações de caça de minas são operações de CMM que tem por objetivo identificar e neutralizar toda e qualquer ameaça de minas navais em uma determinada área marítima. Com o desenvolvimento da caça de minas, que inicialmente eram realizadas pelos navios caça-minas, e que atualmente podem ser exercidas por inúmeras plataformas, tais como: navios multipropósitos, veículos submersíveis, aeronaves de asa rotativa, até os veículos não tripulados e os veículos descartáveis, ou seja, uma gama de equipamentos que efetuam esta atividade.

As operações de caça de minas devido suas características e quando comparada a varredura, elas contribuem para que uma área de interesse, repleta de minas navais, após essas operações, provavelmente estejam limpas desse tipo de ameaça, contudo não se pode levar em consideração o tempo necessário para a conclusão da limpeza.

De acordo com USN (*Mine Warfare*, 2009) a caça de minas normalmente compreende cinco etapas: detecção, classificação, localização, identificação e neutralização.

Como principal meio de detecção podemos destacar os sonares, que também é um dos principais equipamentos de classificação de contatos submarinos. A Identificação dos contatos submarinos também pode ser efetuada por mergulhadores, CCTV, sistemas de laser e até mesmo mamíferos treinados. Dependendo da precisão da localização do contato, das características do fundo, do tipo de sedimento, dos movimentos desordenados das águas, da profundidade, dentre outros fatores, o processo de reaquisição e identificação de cada mina pode levar várias horas. Os Mergulhadores do GDAE e os sistemas de neutralização de minas são os principais meios de neutralização das minas navais.

Os mergulhadores do GDAE são elementos essenciais as operações de caça de minas, pois possuem treinamento especializado, além de empregarem equipamentos e táticas exclusivas, técnicas e procedimentos para localizar, identificar, neutraliza minas navais, e até recolher torpedos e outras armas submarinas. Para garantia da segurança dos mergulhadores são empregados equipamentos especiais, tais como: material de mergulho não magnético e equipamentos silenciosos, além de sonares portáteis especiais e equipamentos de recolhimento e neutralização.

Com o avanço tecnológico, os vetores que realizam as operações de caça de minas na atualidade, possuem inúmeras inovações, essas novas concepções cada vez mais afastam os seres humanos da área de operações, a segurança se tornou primordial. Por isso, os fabricantes de equipamentos de caça de minas estão desenvolvendo uma série de veículos submersíveis não tripulados, que operam muitas vezes com uma mínima ou até sem nenhuma interferência humana.

Dada a evolução da caça de minas podemos observar até mesmo o emprego mamíferos marinhos, como os golfinhos e leões marinhos. Segundo a USN (*Mine Warfare*, 2009) os sistemas de mamíferos marinhos estadunidense, promovem o treinado dos golfinhos nariz de garrafa e leões-marinhos para detecção e neutralização de minas, e também para

defesa contra de mergulhadores e para o recolhimento de minas, torpedos e outros objetos. Em certas ocasiões, os mamíferos chegam a superar os seres humanos ou até os sistemas de caça de minas, apesar de suas aplicações serem inicialmente para detectar minas de fundo enterradas.

Os sistemas de mamíferos marinhos possuem vários golfinhos ou leões marinhos que podem ser empregados em qualquer localidade. Há sistema em que os golfinhos detectam e neutralizam por meio de fixação de cargas explosivas nas minas de fundeio próximas o fundo. Também há sistemas compostos por leões marinhos que consiste de fixar dispositivos para recolhimento de minas de exercício. E também golfinhos são empregados na defesa dos portos, ancoradouros e navios contra ação de mergulhadores.

Vale ressaltar que hoje estamos em uma era de inovações que as mudanças ocorrem rapidamente, por isso a nova concepção de caça de minas prevê o emprego de navios não tripulados e remotamente operados, onde são empregados da seguinte maneira: primeiramente são realizadas as operações de caça de minas para confirmar há existência de minas navais, uma vez confirmadas há presença desses artefatos, se iniciam as operações de CMM que pode ser realizadas pelos diversos tipos emprego de meios de caça de minas ou de varredura, por esse motivo as operações de CMM de caça de minas e varreduras devem ser consideradas atividades complementares, pois a História nos mostrou que essas operações durante os conflitos com emprego de minas navais, inicialmente eram efetuadas a caça de minas e uma vez constadas a sua presença os esforços eram direcionados para a varredura.

Com a futura construção do SN-BR, segundo Alexandre Galante (2017), faz se necessário a aquisição de meios para realizar a caça de minas, no extenso canal de acesso a Base Naval de Itaguaí (RJ) que será a futura base do desse submarino. Este canal que têm cerca de 21 milhas náuticas de comprimento requer um reconhecimento adequado, com mapeamento do seu solo, o estudo de suas características de gradiente, tipo de fundo, entre

outras operações necessárias, para que seja feito um BD, visando as operações futuras do SN-BR.

A importância da garantia da soberania da nossa Amazônia Azul foi o fator motivador para que o Brasil se lançar em um programa de construção de submarinos, para a operação segura desse submarino, no que tange as Operações de CMM, a MB por meio do ComForMinVar e do GAAGueM vem se empenhando em aprimorar suas técnicas de GM, face ao exposto, será apresentada a conclusão deste trabalho acadêmico a seguir.

5 CONCLUSÃO

Com vistas a atingir o objetivo desta dissertação, foi efetuada uma análise das operações de CMM sob o ponto de vista de sua evolução, e o que foi praticado na MB, USN e RSwN. Vamos aqui considerar para efeito de análise, que as atividades de GM na MB teve como um ponto de inflexão a aquisição dos NV da Classe Aratu, navios da década de 70, apesar desse meio de CMM a época estarem no estado da arte, isso não foi o suficiente para alavancar a mentalidade de GM da MB.

Atualmente apesar dos esforços do ComForMinVar e do GAAGueM em difundir e aperfeiçoar as atividades de GM na MB, não se percebe uma mentalidade de GM consolidada em nossa Marinha. Por isso, com intuito de não se perder a capacidade de CMM conquistada ao longo de cerca de 50 anos, devem se mantidos os esforços neste ramo da GM, apesar da idade avançada os nossos 4 NV que encontram-se em operação.

Com a fabricação do primeiro SN-BR, o ProSub ganhará importante relevância no cenário nacional, uma vez que o Brasil disporá de um poderoso instrumento de garantia da nossa soberania no mar. No entanto, tal instrumento de soberania, requer uma gama de ações para garantia de sua segurança, haja vista que estamos tratando de um vetor de propulsão nuclear. Tomando como base as marinhas que possuem submarinos nucleares, fica evidente a premissa de que nossa Marinha precisa de meios de guerra de minas, mas para tal, deveremos conhecer e desenvolver técnicas de operações de caça de minas, com vistas a garantia da segurança das operações com SN-BR.

A Base Nava de Itaguaí como futura base de apoio logístico do SN-BR, deverá cumprir diversas normas de segurança no ramo das questões nucleares. Uma dessas exigências são as operações de caça de minas, que deverão ser realizadas antes de qualquer saída do submarino da sua base. Isso corroborará com a necessidade de aprimorarmos e

incrementarmos as nossas técnicas de GM. Contudo, no momento em que a MB adquirir meios de caça-minas, não significará que as operações de varredura serão substituídas. Isso seria um ledô engano, pois a caça de minas e varredura devem ser atividades complementares.

A MB deve se empenhar em robustecer as suas atividades de CMM, pois como já visto o litoral brasileiro é muito extenso, e precisa ser defendido, a Amazônia Azul que possui inúmeras riquezas, das quais podemos destacar o pré-sal com suas reservas petrolíferas, as riquezas presentes na plataforma continental, com destaque a elevação do Rio Grande que é rica em cobalto, além da imensa diversidade do bioma marítimo que é fonte e alimentos. Para garantia da soberania na Amazônia Azul o Brasil deve ter uma Marinha capacitada e desenvolvida, por isso foi firmado o programa do SN-BR, o que conduzirá o Brasil um patamar de desenvolvimento na fabricação e manutenção de submarinos de ataque convencionais e com propulsão nuclear.

A Base Naval Itaguaí deve ser muito bem protegida, pois qualquer acidente que envolvam materiais radioativos podem causar danos de proporções incalculáveis. Por isso, o SN-BR deve ser bem protegido, e o que garante o início de sua operação segura é o constante monitoramento das suas vias de acesso até o mar aberto, este monitoramento deve ser conduzido por uma força de CMM com capacidades de varredura e caça de minas, até por que o canal de acesso de Itaguaí tem cerca de 21 milhas de comprimento, com características que ainda não são bem mapeadas, necessitando ser controladas, por isso é importante o mapeamento desse canal. Também deverá ser produzido de um BD que deverá ser atualizado constantemente, pois caso seja implantado qualquer objeto ou equipamento diferente dos já existentes, são perceptíveis durante as operações de caça de minas. Outro ponto importante é que quando se conhece bem as suas vias de acesso, é possível instalar equipamentos de proteção e monitoramento ao longo dessas vias, corroborando assim para a segurança e controle do monitoramento do acesso a essas vias marítimas.

Face ao exposto neste trabalho acadêmico, podemos concluir que é de suma importância para a MB, se preparar para prover de maneira adequada a segurança do seu futuro SN-BR, o sucesso desse projeto já pode ser considerada uma inovação disruptiva. Para a segurança dessa vultuosa conquista, deve-se o mais breve possível, serem implementadas as atividades de caça de minas na MB, que provavelmente se iniciam com a capacitação do pessoal e a aquisição de meios voltados para tais atividades. A estrutura de CMM existente na MB poderá abarcar essas mudanças, evidente que com as devidas adaptações necessárias.

REFERÊNCIAS

21ST CENTURY , U.S. Navy **Mine Warfare**. Program Executive Office Littoral and Mine Warfare. Expeditionary Warfare Directorate. 2009. Disponível em: <http://www.gryphonlc.com/images/Mine_Warfare_Primer_2009.pdf>. Acessado em: 14 jul. 2019.

ATLAS ELEKTRONIK, **SeaFox, Mine Warfare System, ROV for Identification and Mine Disposal**. 2017. Disponível em: <https://www.atlas-elektronik.com/fileadmin/user_upload/01_Images/Solutions/Datenblaetter_zum_Download/005_Seafox.pdf>. Acessado em: 14 jul. 2019.

Autonomous Underwater Vehicles (AUVs). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025322714000747>> Acessado em: 14 jul. 2019.

Derrota 2015. Disponível em: <<http://salvador-nautico.blogspot.com/2015/12/derrota.html>>. Acessado em: 21 jul. 2019.

SAAB's Double Eagle MkII/MkIII Propelled Variable Depth Sonar (Double Eagle PVDS). 2014. Disponível em: <<https://saab.com/globalassets/commercial/naval/underwater-systems/remotely-operated-vehicles/double-eagle-mkiiii/double-eagle-mkiii-pvds.pdf>>. Acessado em: 20 jul. 2019.

Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. EMA-305: **Doutrina Militar Naval (DMN)**. 1ª ed. v.1. Brasília: 2017.

FONSECA, Maurílio Magalhães. **Arte Naval**. 2001. ed. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha (Brasil), 2001. 902 p.

FRANÇA, Lessa Júnia; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. **Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científicas**. 8. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 255 p.

JACKSON, George W. **Mine Warfare Component Coordination in Support of Operational Maneuver From The Sea**. Naval War College, Newport, R.I. 1997. Disponível em: <<https://fas.org/man/dod-101/sys/ship/weaps/docs/T14htm.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

Jane's IHS Market, United States Navy (USN), Mine warfare vessels. 2017. Disponível em: <<https://janes.ihs.com/WorldNavies/Display/jwna0160-jwna#Avenger-class%20MCM%20vessel>> Acessado em: 13 jul. 2019.

Janes's IHS Market - Royal Swedish Navy (RSwN) MCM. 2017. Disponível em: <<https://janes.ihs.com/WorldNavies/Display/jwna0160-jwna#Avenger-class%20MCM%20vessel>> Acessado em: 13 jul. 2019.

Ministério da Defesa, Marinha do Brasil, **Base Naval de Aratu realiza medição da assinatura magnética do Navio-Varredor “Anhatomirim”**. 2016. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/node/843>> Acessado em 14 jul. 2019.

Ministério da Defesa. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. **O ProSub benefícios tecnológicos**. 2010. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/beneficios-tecnologico>>. Acessado em: 22 de jul. 2019.

Ministério da Defesa. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. **O ProSub finalidade** (2010). Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/finalidadenuclear>>. Acessado em: 22 de jul. 2019.

Ministério da Defesa. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. **O ProSub MB**. 2010. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/institucional>>. Acessado em 22 de jul. 2019.

Ministério da Defesa. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. **O ProSub nacionalização**. 2010. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/nacionalizacao>>. Acessado em: 22 de jul. 2019.

Ministério da Defesa. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. **O ProSub Transferência de Tecnologia**. 2010. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/transferencia-de-tecnologia>>. Acessado em: 24 de jul. 2019.

GALANTE, Alexandre; POGGIO, Guilherme. **Na guerra de minas, Brasil e Suécia estão navegando no mesmo canal**. 2017. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2017/10/25/na-guerra-de-minas-brasil-e-suecia-estao-navegando-no-mesmo-canal/>>. Acessado em: 16 de jun. 2019.

Oceanography and Mine Warfare. National Research Council, washington, D.C. 2000. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/9773.html>>. Acessado em: 10 maio 2019.

SENNA, Cláudio José d'Alberto. **O Poder das Minas: Seu emprego na Estratégia Naval Contemporânea**. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v.17 n. 2 p. 199-211 jul/dez 2011.

The littoral combat ship (LCS), Remote Minehunting System Completes Developmental Testing. 2013. Disponível em: <<https://www.military.com/equipment/littoral-combat-ship-lcs>>. Acessado em: 14 jul. 2019.

The United States Department of Defense, Commander, Naval Surface Force, U.S. Pacific Fleet, Mine Countermeasures Ships (MCM), Avenger. 2008. Disponível em: <<https://www.public.navy.mil/surfor/pages/MineCountermeasuresShips.aspx>>. Acessado em: jul. 2019.

WALKER, Michael; KRUSZ, Austin. *There's a Case for Diesels: This is the winner in the 2018 Capstone Essay Contest, Submarine Division*. 2018. Disponível em: <<https://www.usni.org/magazines/proceedings/2018/june/theres-case-diesels>>. Acesso em: 29 jul. 2018.