

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC IGOR CORRÊA PEIXOTO

OPERAÇÕES DE MINAGEM E CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM:
O desafio da atualização da capacidade de Contramedidas de Minagem na
Marinha do Brasil

Rio de Janeiro

2022

CC IGOR CORRÊA PEIXOTO

OPERAÇÕES DE MINAGEM E CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM:
O desafio da atualização da capacidade de Contramedidas de Minagem na
Marinha do Brasil

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

Orientador: CMG (RM1) Marcelo Ribeiro de Sousa

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me abençoado nesse ano e iluminado o meu caminho, mesmo perante todos os desafios que se apresentaram.

À minha família, em especial, minha esposa Beatriz Campos, agradeço o amor, paciência, apoio, motivação e suporte necessários, para que este trabalho pudesse ser feito, só eu e você sabemos toda as dificuldades que passamos neste período. Obrigado por compreender meus períodos de ausência durante as batalhas ocorridas nestes últimos dois anos.

Ao meu orientador, CMG (RM1) Marcelo de Sousa, pelos sábios conselhos que foram transmitidos e por dedicar o seu bem mais precioso, seu tempo, para a conclusão desta dissertação.

Por fim, aos meus companheiros de turma e do C-EMOS 2022, que também ajudaram na elaboração deste trabalho.

RESUMO

As minas navais são amplamente utilizadas, desde 1812, na Guerra Anglo-Americana, sendo considerado o armamento bélico mais eficaz contra navios norte-americanos. O avanço tecnológico das minas é acompanhado pelo desenvolvimento de técnicas de Contramedidas de Minagem. Os Navios-Varredores Classe “Aratu”, do Comando da Força de Minagem e Varredura, tem a capacidade de realizar diversos tipos de varredura para abertura de canais varridos em campos minados, porém a capacidade furtiva das minas, somado a sensores com habilidade de distinguir os alvos e sistemas com contadores de navio, impôs novos desafios às operações de contramedidas de minagem da Marinha do Brasil. Diante disso, a presente dissertação tem como objetivo apresentar os desafios que a MB deve enfrentar para atualizar sua capacidade de contramedidas de minagem, dada a evolução tecnológica das minas. Por isto, este trabalho está estruturado da forma de apresentar o conceito de Guerra de Minas, com um breve histórico da evolução das técnicas pelo mundo e a importância da utilização das operações de CMM em alguns conflitos. Será apresentado também o desenvolvimento da Guerra de Minas no Brasil e como estão estruturadas as Operações de minagem e contramedidas de minagem na Marinha do Brasil. A apresentação de ações por outras marinhas, a fim de se contrapor ao avanço tecnológico das minas, será importante para que se possa estudar o Programa Estratégico da Marinha e relacionar ações para modernização das contramedidas de minagem na Marinha do Brasil.

Palavras-chave: Guerra de Minas. Minagem. Contramedidas de Minagem. Minas Navais. Navio-Varredor. Navio Caça-Minas. Navio de Contramedidas de Minagem.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A2/AD -	<i>Anti-access/Area-Denial</i>
AEN -	Ações de Estratégia Naval
AJB -	Águas Jurisdicionais Brasileiras
AMRJ -	Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro
AUV -	<i>Autonomous Underwater Vehicles</i>
BNA -	Base Naval de Aratu
CMM -	Contramedidas de Minagem
CMSI -	<i>Chinese Maritime Studies Institute</i>
CNI -	Confederação Nacional da Indústria
Com1ºDN -	Comando do 1º Distrito Naval
Com2ºDN -	Comando do 2º Distrito Naval
ComemCh -	Comando-em-Chefe da Esquadra
ComForMinVar -	Força de Minagem e Varredura
DN -	Distrito Naval
EN -	Estratégia Naval
END -	Estratégia Nacional de Defesa
EMGEPRON -	Empresa Gerencial de Projetos Navais
EOD -	<i>Explosive Ordnance Disposal</i>
EUA -	Estados Unidos da América
FAB -	Força Aérea Brasileira

GLO -	Garantia da Lei e da Ordem
GM -	Guerra de Minas
GRP -	<i>Glass Reinforced Plastics</i>
GT -	Grupo de Trabalho
HMS -	<i>Her Majesty's Ship</i>
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCA -	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
LCS -	<i>Littoral Combat Ship</i>
LOA -	Lei Orçamentária Anual
MB -	Marinha do Brasil
MMCM -	<i>Maritime Mine Countermeasures</i>
NCM -	Navio Caça-Minas
NCMM -	Navio de Contramedidas de Minagem
NPa -	Navio Patrulha
NV -	Navio-Varredor
OBNAV -	Objetivos Navais
ONU -	Organização das Nações Unidas
OTAN -	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PAEMB -	Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil
PEAMB -	Plano de Equipamento e Articulação da Marinha do Brasil
PEM -	Programa Estratégico da Marinha
PIB -	Produto Interno Bruto
PND -	Política Nacional de Defesa
RAN -	<i>Royal Australian Navy</i>

RMSI -	<i>Russian Maritime Studies Institute</i>
SAbM -	Sistema de Abastecimento da Marinha
SNMCMG1 -	<i>Standing Nato Mine Contermeasures Group 1</i>
SNMCMG2 -	<i>Standing Nato Mine Contermeasures Group 2</i>
UEP -	<i>Underwater Eletrical Potential</i>
UISS -	<i>Unmanned Influence Sweep System</i>
UMDV -	<i>Underwater Mine Disposal Vehicles</i>
USV -	<i>Unmanned Surface Vehicle</i>
UUV -	Unmanned Underwater Vehicle
VRO -	<i>Remotely Operated Vehicle</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	A GUERRA DE MINAS E A SUA IMPORTÂNCIA NOS CONFLITOS PELO MUNDO	13
2.1	A mina marítima.....	13
2.2	Histórico da Guerra de Minas	15
2.2.1	As Inovações da China	15
2.2.2	O protótipo de David Bushell.....	17
2.2.3	O Desenvolvimento das Minas nos EUA.....	18
2.2.4	A Evolução na Europa	20
2.2.5	A evolução durante as Grandes Guerras Mundiais	21
2.2.6	A GM do novo milênio	22
2.3	A importância da GM nos conflitos	24
2.3.1	Guerra da Criméia (1853-1856)	25
2.3.2	Guerra Civil norte-americana	26
2.3.3	Guerra Russo-Japonesa	27
2.3.4	Primeira Guerra Mundial	27
2.3.5	Guerra do Golfo (1990 – 1991)	28
3	A MARINHA DO BRASIL E AS CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM	29
3.1	A incorporação do Navio Mineiro Classe “Carioca”	30
3.2	O Acordo Militar de 1952.....	31
3.3	A mudança na subordinação	32
3.4	O Plano Decenal de 1967	33
3.5	A renovação dos meios de CMM de 1971.....	34
3.5.1	A chegada da Classe “Aratu”	35
3.5.2	A renomeação para Força de Minagem e Varredura	36
3.6	O Hiato de quase 30 anos	36
3.7	As CMM da MB no século XXI.....	37
4	EXPERIÊNCIAS DE OUTRAS MARINHAS.....	39
4.1	Marinhas com foco em veículos autônomos	39
4.1.1	EUA e China na GM.....	40

4.1.2	Desenvolvimento de meios de CMM não tripulados em outras Marinhas	41
4.2	Marinhas com o foco em parcerias para o desenvolvimento dos meios	43
4.2.1	O AUKUS e a Marinha Real australiana	44
4.2.2	O NCM Classe “Tripartite”	44
5	DESAFIOS E POSSIBILIDADE PARA MODERNIZAÇÃO DAS CMM NA MB	46
5.1	O Grupo de Avaliação e Adestramento de Guerra de Minas (GAAGUEM).....	46
5.2	O PEM-2040	47
5.3	Principais dificuldades	47
5.3.1	Doutrinas diferentes entre Varredura e Caça de Minas.....	48
5.3.2	Manutenção dos NCMM e apoio logístico	48
5.3.3	Restrições Orçamentárias.....	49
5.4	As possibilidades do desenvolvimento das CMM	49
6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

No início desta dissertação podemos apresentar duas crises distintas, que, a princípio, não aparentam possuir similaridades, pois possuem causas distintas, porém, ao analisarmos podemos conferir equivalências nos efeitos e impactos.

A primeira ocorreu em 2018, quando os caminhoneiros realizaram greve e bloqueio das principais rodovias no período de 21 a 30 de maio (GREVE..., 2018). Esta ação causou desabastecimento de vários itens, como alimentos e combustíveis, nas principais metrópoles do país, vários setores da economia foram impactados. O Produto Interno Bruto (PIB) foi afetado¹, assim como, a projeção da inflação daquele ano², além do prejuízo de cerca R\$ 15,9 bilhões na economia, informados pelo Ministério da Fazenda³ (SOUSA, 2018).

Esta crise pode ser explicada por meio da pesquisa realizada naquele mesmo ano, pela Confederação Nacional da Indústria (CNI)⁴, informando que a malha rodoviária é responsável por 91,6% do transporte de cargas do Brasil com a finalidade de atender o mercado interno ou até o local de despacho para os países de destino (MAIS..., 2018). Todavia, a paralização, em apenas 10 dias, afetou vários setores da economia nacional, gerando as consequências vivenciadas nos meses subsequentes, afetando o crescimento econômico de todo o país em 2018 (TBT..., 2021).

¹ O Fundo Monetário Internacional (FMI) divulgou, no dia 15/07/2018, uma nova projeção para o crescimento do PIB brasileiro de 1,2%, sendo que as projeções para aquele ano, antes da greve, eram de 2,8% (TBT...,2021).

² Para avaliar a inflação é utilizado o Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC), o mais utilizado é o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), que é fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Este índice tem como propósito medir a inflação de produtos e serviços comercializados no varejo e o impacto em 90% das famílias nas áreas urbanas de cobertura do SNIPC. No ano de 2018, a projeção de inflação, em abril, era de 3,5%, que passou para 4,40% em outubro, fechando o ano em 3,75% (BRASIL, 2022).

³ Extinto pela medida provisória 870/2019, em 1º de janeiro de 2019. Atualmente, o Ministério da Economia absorveu suas funções.

⁴ Criada em 12 de agosto de 1938, a CNI possui a função de acompanhar e propor políticas públicas com intuito do aumento da produção industrial e investimento para as empresas.

A segunda crise seria o conflito na Ucrânia, iniciada em 20 de fevereiro de 2022, para demonstrar as consequências geradas na incapacidade da utilização de um sistema de transportes, neste caso a inviabilidade de utilização dos portos para escoamento da produção para um país grande produtor de alimentos, semelhante ao Brasil. De acordo com o Banco Mundial e a Organização das Nações Unidas (ONU), os impactos econômicos da guerra se estendem além das fronteiras da Ucrânia (JOSEPHS, 2022). Isto ocorre pois o país possui cerca de 20 milhões de toneladas de grãos armazenados nos silos impossibilitados de serem transportados por via marítima pelos portos do Mar Negro, onde era realizada 90% das exportações, em virtude do bloqueio imposto pela Rússia (HEGARTY, 2022; WESEL, 2022). Conseqüentemente, não ocorreram apenas infortúnios na economia ucraniana, pois o fornecimento de alimentos para o resto do mundo também foi prejudicado, pois a Ucrânia possui participações significativas no fornecimento de itens como óleo de girassol, milho, cevada e trigo (LAWDER, 2022). A situação se torna mais complicada, pois, mesmo com o fim do conflito, pode ocorrer uma grande demora para que os navios do Mar Negro possam navegar com segurança (ELLYAT, 2022), por conta da minagem realizada pela Ucrânia no litoral do país. As Operações de Contramedidas de Minagem (CMM) podem levar meses ou anos, pelos seguintes motivos: a grande extensão da área de operação; a elevada quantidade de minas lançadas; e a captura do Navio-Varredor (NV) Classe “*Yevgenya*”, da Marinha Ucraniana, pela Marinha Russa, no dia 14 de março de 2022, impossibilitando a limpeza da área pela Ucrânia, por ser o único navio ucraniano apto a este tipo de operação (LIST..., 2022).

Conforme o exposto, caso fosse possível algum tipo de bloqueio nos portos brasileiros, impossibilitando o escoamento da produção e a chegada dos produtos importados, mesmo sendo em um período curto, os impactos prejudicariam não apenas a economia brasileira, pois afetaria, também, a economia mundial e o fornecimento de alimentos para o

resto do mundo, já que o Brasil é responsável por cerca de 19% do mercado internacional de soja, maior produtor de açúcar e café e maior exportador de carne bovina⁵ (BRASIL..., 2021). Este é o problema da minagem, apesar de ser um armamento relativamente barato, as minas marítimas são extremamente eficientes, pois mesmo não sendo acionadas, estas abalam psicologicamente os responsáveis pelo tráfego marítimo.

Cabe à Marinha do Brasil (MB), de acordo com os objetivos e diretrizes estabelecidos na Política Nacional de Defesa (PND) e na Estratégia Nacional de Defesa (END), documentos de alto nível que condicionam o preparo e o emprego das Forças Armadas e o emprego do Poder Naval, que, para se contrapor a este tipo de ameaça, conta com os meios do Comando da Força de Minagem e Varredura (ComForMinVar). Os NV Classe “Aratu”⁶, pertencentes a esta força, foram incorporados à MB entre os anos de 1971 e 1976, vindos da Alemanha⁷, para renovação da capacidade de CMM. Dos seis navios iniciais, o ComForMinVar, atualmente, possui apenas três⁸, o que causa um grande impacto na capacidade operativa da força, tendo em vista que são os únicos meios que a MB dispõe para realizar operações de CMM.

Baseado nestas considerações, a presente dissertação tem como objetivo apresentar os desafios que a MB deve enfrentar para atualizar sua capacidade de CMM, dada a evolução tecnológica das minas. Adicionalmente, a partir deste estudo, serão relacionadas ações para o incremento das Operações de CMM na MB.

Para atingir este objetivo, o trabalho está estruturado em cinco capítulos,

⁵ Dados de 2021 obtidos a partir da plataforma FAOSTAT, da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

⁶ Antiga classe “Schutze”.

⁷ A construção ocorreu no estaleiro alemão *Abeking & Rasmussen*, fundado em 1907, na cidade de *Lemwerder* no distrito de *Wesermarsch*. Atualmente, é especializado na construção de iates.

⁸ Atualmente a FMV possui em operação os NV Aratu (M15), Atalaia (M17) e Araçatuba (M18).

iniciando com esta introdução. O segundo capítulo dispõe-se a apresentar o conceito de Guerra de Minas (GM), com um breve histórico da evolução das técnicas pelo mundo e a importância da utilização das operações de CMM em alguns conflitos.

O terceiro capítulo visa a explicar o desenvolvimento da GM no Brasil e como estão estruturadas as Operações de Minagem e CMM na MB.

No quarto capítulo, serão relatadas ações e projetos realizados por outras marinhas, a fim de se contrapor ao avanço tecnológico das minas.

No quinto capítulo, será estudado o Programa Estratégico da Marinha (PEM) e serão relacionadas ações para modernização da capacidade de CMM na MB.

E por fim, no sexto capítulo, serão apresentadas as considerações finais relacionadas ao objetivo.

2 A GUERRA DE MINAS E A SUA IMPORTÂNCIA NOS CONFLITOS PELO MUNDO

Segundo Dave Majundar (2016), as minas marítimas são consideradas uma das armas mais letais do arsenal naval, pois, desde a Segunda Guerra Mundial (1939 -1945), estes artefatos foram responsáveis por mais danos e destruições de navios da Marinha norte-americana, do que outros quaisquer tipos de armamentos. O autor ressalta, ainda, que, pelo seu baixo custo, as minas podem ser adquiridas até por países mais pobres.

O parágrafo acima corrobora com o que abordaremos neste capítulo, pois ao se analisar a evolução e a importância da GM, verifica-se que a grande eficácia das minas contrasta com o custo relativamente modesto, principalmente quando defrontamos com os valores necessários para o aperfeiçoamento dos equipamentos e meios de CMM.

2.1 A mina marítima

Primeiramente, o Glossário das Forças Armadas (BRASIL, 2015) define como Mina o “Artefato utilizado para dificultar ou impedir o movimento de pessoas, veículos ou embarcações, contendo uma carga explosiva que, ao ser acionada, causa efeito letal ou lesivo”. Como não distingue as minas terrestres das minas marítimas, podemos utilizar a definição de alguns autores que falam sobre este artefato em seus livros e suas principais características. Robert Caruthers Duncan, engenheiro do Naval Ordnance Laboratory, um dos principais centros de estudo de armamentos subaquáticos norte-americanos, descreveu da seguinte forma no prefácio de seu livro:

The sea mine is a weapon which lies in wait for its victim. Planted under the surface of the water, possibly hidden in the mud and sand on the bottom, it may remain there for weeks or months until a vessel comes within its lethal range. The use of the term "sea mine" was first applied to vessels, loaded with explosives, which were built for special destructive missions. Currently, however, the term is applied only to underwater charges of explosives which are not propelled toward a specific target or

*manually guided once submerged in the water*⁹. (DUNCAN, 1962).

Já Woodward (1992), comandante da Força-Tarefa da Marinha Real Britânica (*Royal Navy*), ressaltou principalmente, os danos que este armamento pode causar e o perigo das possíveis perdas de vidas ao se adentrar em campo minado:

*For start, a mine is a sizeable floating iron shell containing as much as one thousand pounds of TNT. That, by the way, is just short of a half-ton of high explosive, sufficient to break the back of most ships. If you hit such mine, even with a glancing bump, it will certainly blast an enormous hole in the ship, killing anyone nearby. By and large, big mines, professionally laid, sink ships quickly and noisily. They float below the surface of the water, perhaps ten to fifteen feet down, just enough to make sure they can never be seen, but close enough that even shallow-draft ship will hit them*¹⁰(WOODWARD, 1992, p.202).

Estes dois trechos demonstram a periculosidade das minas, tendo em vista que elas podem ser transportadas para área de operação desejada; são capazes de utilizar a camuflagem que o ambiente marinho pode proporcionar ou possuírem algum tipo de tecnologia que possam garantir essa dificuldade de detecção; conseguem ser utilizadas em grande quantidade, a fim de aumentar a ameaça, podendo atingir mais de um alvo; podem possuir sensores, a fim de que possam ser acionadas em determinado alvo; e podem possuir tecnologia para se contrapor a CMM.

Por causa destas características, as minas são amplamente utilizadas, tanto que na Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918), foram lançadas, aproximadamente, 240.000 minas por ambos os lados, provocando o naufrágio de cerca de 200 navios de guerra, sem incluir

⁹ A mina marítima é uma arma que fica à espreita de sua vítima. Plantada sob a superfície da água, possivelmente escondida na lama e na areia do fundo, ela pode permanecer por semanas ou meses até que uma embarcação venha para próximo do seu alcance letal. O uso do termo "mina marítima" foi aplicado pela primeira vez a navios, carregados de explosivos, que foram construídos para missões destrutivas especiais. Atualmente, no entanto, o termo é aplicado apenas a cargas explosivas submarinas que não são propelidos em direção a um alvo específico ou guiados manualmente uma vez submersos na água (tradução nossa).

¹⁰ Para começar, uma mina é um casco de ferro flutuante contendo até mil libras de TNT. Isso, a propósito, é um pouco menos de meia tonelada de alto explosivo, suficiente para partir a popa da maioria dos navios. Se você atingir essa mina, mesmo de raspão, ela certamente abrirá um enorme buraco no navio, matando qualquer um que estiver por perto. De um modo geral, grandes minas, colocadas profissionalmente, afundam rapidamente e estrondosamente os navios. Elas flutuam abaixo da superfície da água, talvez três a quatro metros abaixo, apenas o suficiente para garantir que nunca possam ser vistas, mas perto o suficiente para que mesmo um navio de pouco calado os atinja (tradução nossa).

uma lista desconhecida de submarinos alemães ou de navios mercantes aliados. Dentre os navios de guerra, 11 eram encouraçados ou grandes cruzadores com tonelagem superior a 10.000 (DUNCAN,).

Como o exposto, também será tratado, neste capítulo, das operações de minagem e de CMM em 1962 alguns conflitos e os impactos causados por estas operações nas batalhas.

2.2 Histórico da Guerra de Minas

Durante os conflitos vários combates foram realizados no mar, pois o controle do ambiente marítimo sempre foi de grande importância para o transcurso das guerras, tanto pelas batalhas ocorridas, bem como o apoio logístico que auxilia as tropas do ambiente terrestre. Por isso, desde a antiguidade, uma série de artefatos foram criados para causar algum tipo de dano ao inimigo, dentre os armamentos criados pelo homem, a mina naval é um dos mais antigos artefatos bélicos (MAJUNDAR, 2016).

2.2.1 As Inovações da China

Um dos armamentos mais notáveis, que influenciou a criação da pólvora, foi o Fogo Grego, creditado à Calínico de Heliópolis, no ano de 668. Sendo, provavelmente, composto de enxofre, nafta e nitrato, esta mistura produzia uma chama difícil de apagar e sua eficácia foi comprovada contra os Sarracenos, em 673 (LOTT, 1959).

Segundo o historiador Joseph Needham¹¹ (1986), o conhecimento da composição do Fogo Grego pela China, por volta do século IX, tornou possível o desenvolvimento da

¹¹ Noel Joseph Terence Montgomery Needham (1900-1995) foi embriologista, historiador de ciências, bioquímico e sinologista inglês. Sua obra mais famosa, *Science and Civilizations in China*, foi dividida em 15 volumes, onde é feito um estudo do desenvolvimento da ciência chinesa (BRITANNICA, 2022).

pólvora, item essencial para criação da primeira mina marítima.

As primeiras minas marítimas, idealizadas pelos chineses no século XIV, eram extremamente rudimentares, seus mecanismos eram extraordinariamente simples e rústicos, utilizando materiais como penas de ganso ou pato selvagem, incensos e intestino de cabra. Apesar de primeiramente, possuírem apenas manuscritos sobre este armamento, foram a partir deles que iniciou a evolução deste artefato, sendo incorporado ao arsenal chinês, durante a segunda Guerra do Ópio¹² (1856-1860), e utilizada durante a batalha no Rio Han, em 1856 (NEEDHAM, 1986).

Demorou séculos para as tentativas de armamento similar no continente europeu, com o possível primeiro planejamento de minagem supostamente apresentado à Rainha Elizabeth, em 1574, por Ralph Rabbard¹³ (NEEDHAM, 1986).

Sem sabermos o quanto foram efetivos os manuscritos de Rabbard para o desenvolvimento deste armamento, algumas tentativas foram realizadas com artefatos submarinos um tanto quanto controversos, como o canhão instalado no porão de um navio abaixo da linha d'água¹⁴, idealizado pelo Sir William Monson, que ao ser disparado afundava a própria belonave atacante, e as solicitações do Rei Carlos I da Inglaterra ao Mestre de Artilharia, em 1626, para confeccionar minas aquáticas (LOTT, 1959). Apesar de todos estes empreendimentos, a primeira mina submarina foi desenvolvida durante a Guerra de

¹² As Guerras do Ópio foram conflitos entre a Reino Unido e a China. Ocorreram por causa da proibição, por parte da China, do comércio do ópio, pois estava sendo amplamente consumido pelos chineses. Os Britânicos reagiram de forma intensa, pois o comércio era bastante lucrativo. As duas guerras ocorreram entre 1839 e 1860 e ambas foram vencidas pelo Reino Unido.

¹³ Provavelmente um militar inglês que viajou pelos Países Baixos, Alemanha e Itália. É o provável autor da obra, "*Inventions of military machines and other devices*", escrita entre 1580 e 1590. Disponível em: <https://collections.library.yale.edu/catalog/2028961>. Acesso em: 10 jul. 2022.

¹⁴ "É a principal linha de flutuação que o construtor estabelece no desenho de linhas do navio [...] Nos navios mercantes, corresponde à flutuação em plena carga. Nos navios de guerra, refere-se à flutuação normal" (FONSECA, p.50, 2002).

Independência norte-americana (1775 – 1783).

2.2.2 O protótipo de David Bushell

Em 1776, David Bushnell¹⁵, então estudante da Universidade de Yale¹⁶, fazia experimentos com explosões subaquáticas e arquitetou que, se uma carga explosiva atingisse o casco de um navio, pelos lados ou pelo fundo, causaria sérios danos, podendo afundá-lo (HARTMAN, 1979).

O emprego deste novo tipo de armamento, denominado *Bunshell's Keg*¹⁷, foi autorizado pelo General Washington¹⁸, em dezembro de 1777, e seria realizada contra navios britânicos fundeados¹⁹ no Rio Delaware, na Filadélfia. Utilizando mecanismos ainda relativamente simples, mas com certos avanços comparáveis às minas chinesas, o artefato consistia em uma carga de pólvora em um barril e ficava alguns metros debaixo d'água, pois era sustentado por um flutuador na superfície. Internamente, possuía um canhão ajustado para que um leve choque liberasse o martelo e disparasse a pólvora. A operação iniciou em janeiro de 1778, mas, devido a fatores climáticos como o gelo e a corrente do rio, as minas não colidiram com a frota Britânica fundeada. (DUNCAN, 1962).

Como era um protótipo, o invento de Bunshell era extremamente instável, explodindo quando foi manuseado. Apesar da fatalidade, uma das minas acionada ao colidir com outra embarcação. O acidente não apenas causou a morte das pessoas que manusearam,

¹⁵ Posteriormente, ficou conhecido pela invenção do submarino para um tripulante, conhecido como *The Turtle* (HARTMANN, 1979).

¹⁶ Uma das mais importantes universidades norte-americana, que formou cinco presidentes dos EUA. Fundada em 1701 (ORSOLINI, 2022)

¹⁷ Barris de Bunshell (Tradução nossa).

¹⁸ Primeiro presidente norte-americano.

¹⁹ “Chama-se fundear ou ancorar à manobra de lançar uma âncora ao fundo, para com ela manter o navio seguro por meio de sua amarra. Ancoragem é a ação de ancorar [...] O navio seguro com uma âncora diz-se fundeado, ou ancorado;” (FONSECA, p. 617, 2002)

bem como os navios foram alertados, dando início à destruição dos “barris” pelos britânicos, conhecida como *Battle of Kegs*²⁰ (DUNCAN, 1962). Ao que tudo indica, não ocorreram outras tentativas de se utilizar os “barris” durante a Guerra de Independência dos EUA (HARTMANN, 1979).

Apesar do insucesso da operação, os atos realizados por Bunshell, com a construção e os lançamentos dos “barris”, podem ser considerados a primeira operação de minagem da história.

2.2.3 O Desenvolvimento das Minas nos EUA

Após a construção de David Bunshell, surgiram vários outros inventores que realizaram melhorias nos sistemas das minas. Robert Fulton²¹ trouxe diversas inovações para as operações submarinas, como a construção do *Nautilus*²² e apresentou a evolução da mina submarina, pois as minas construídas por Bunshell eram minas derivantes, mas as de Fulton são as primeiras minas de fundeio²³. (HARTMANN, 1979)

Antes do desenvolvimento das minas de fundeio, Fulton tentou demonstrar o poder das minas aos franceses:

*Fulton's proposal was that his submarine boats could carry mines (or bombs as he called them) and release them in the harbors and traffic lanes of England. He was thus nearly 150 years ahead of Hitler, who tried much the same offensive attack against England in 1938-39*²⁴ (DUNCAN, 1962, p. 17).

²⁰ Batalha dos Barris (tradução nossa).

²¹ Inventor, engenheiro e artista norte-americano, elaborou o protótipo do barco a vapor, além de um sistema de vias navegáveis interiores, um submarino e um navio de guerra a vapor (HARTENBERG, 2022).

²² O submarino criado por Fulton, que podia ficar submerso durante duas horas (HARTMANN, 1979).

²³ Mina submarina que, mediante aparelho de fundeio especial, permanece flutuando em profundidade conveniente, até ser detonada por comando remoto ou por choque do alvo, ou por influência acústica, magnética ou de ondas de pressão geradas pelo alvo em movimento (BRASIL, 2015).

²⁴ A proposta de Fulton era que os seus submarinos pudessem carregar as minas (ou bombas como ele as chamava) e liberá-las nos portos e nas linhas de tráfego da Inglaterra. Ele estava, portanto, quase 150 anos à frente de Hitler, que tentou o mesmo ataque ofensivo contra a Inglaterra, em 1938-39 (tradução nossa).

Não obtendo aceitação, realizou uma primeira demonstração aos britânicos, porém não saiu conforme esperado, pois as Fragatas francesas não sofreram danos. A segunda demonstração foi feita contra um brigue de 200 toneladas, chamado *Dorothea*. A explosão e a destruição impressionaram os expectadores, dentre eles oficiais de alta patente britânicos, que temeram que este novo tipo de guerra pudesse privar a Marinha Real britânica do controle dos mares (DUNCAN, 1962).

Fulton retornou aos EUA, em 1806, pois com a vitória do Reino Unido na Batalha de Trafalgar (1805), as autoridades navais britânicas consideraram que estas invenções não eram mais necessárias. Nos EUA, ele foi contratado pelo governo norte-americano para continuar os testes de suas invenções. Isto possibilitou o desenvolvimento das minas de fundeio, pois além de ser um avanço deste armamento, resolveu a questão de lançar a carga em direção ao navio, fazendo com que o navio fosse em direção à carga (HARTMANN, 1979).

Este avanço possibilitou a utilização do primeiro campo minado, em 1812, durante a Guerra Anglo-Americana²⁵ (1812-1815):

During the War of 1812, Fulton again made proposals to the U.S. Government. One involved the planting of moored sea mines in harbors [...] There are some reports that the Americans did use some moored sea mines, and that the British approached the U.S. ports, especially that of New York, very warily, continually looking for mines²⁶ (DUNCAN, 1962, p.21).

Outra contribuição para o desenvolvimento das minas foi feita por Samuel Colt²⁷, que utilizou uma pequena carga elétrica para o acionamento do explosivo nas minas de

²⁵ Guerra entre o Reino Unido e os EUA, iniciada devido aos desejos expansionistas norte-americanos ao invadir os territórios britânicos no Canadá. A única mudança territorial resultante da Guerra de 1812 foi o ganho, pelos EUA, do território espanhol de Mobile, no Alabama. Disputas de fronteira entre EUA e Canadá foram resolvidas por acordos no decorrer do século XIX (HEIDLER, 2022).

²⁶ Durante a guerra de 1812, Fulton, fez novamente, propostas ao governo dos EUA. Uma envolvia o plantio de minas de fundeio nos portos [...]. Existem alguns relatos de que os americanos usaram algumas minas de fundeio e que os britânicos se aproximaram dos portos dos EUA, especialmente o de Nova York, muito cautelosamente, procurando por minas continuamente (tradução nossa).

²⁷ Inventor, fabricante e empresário americano de armas de fogo que popularizou o revólver (RATTENBURY, 2022).

fundeio, podendo controlar para o alvo desejado através de um cabo subaquático (PATTERSON JUNIOR, 1971). Vários testes foram realizados que provaram ao governo norte-americano a grande capacidade de defesa das minas de fundeio (DUNCAN, 1962).

Porém, mesmo com esses testes, nenhum dos experimentos resultou em qualquer apoio ou ação por parte do governo dos EUA, não ocorrendo algum tipo de desenvolvimento na GM até a Guerra Civil norte-americana (1861 – 1865) (HARTMANN, 1979).

2.2.4 A Evolução na Europa

Como vimos, os EUA tiveram um intervalo até o retorno do interesse com a GM, porém, neste mesmo período, o desenvolvimento teve continuidade na Europa, o que levou ao uso operacional das minas (PATTERSON JUNIOR, 1971).

A primeira evolução ocorreu logo após a Guerra Austro-Prussiana (1866), quando foi desenvolvido um mecanismo de acionamento que possibilitou a criação das minas de contato, chamado de *Hertz horn*²⁸. Consistia, basicamente, de um eletrólito, em um tubo de vidro, revestido por um chifre de metal macio, que ficava do lado de fora da mina, o qual, ao dobrar, pelo contato com um navio, quebrava o vidro e completava o circuito, acionando o detonador elétrico (DUNCAN, 1962).

Outra evolução ocorreu no final do século XIX, no Navio de sua Majestade (HMS – *Her Majesty's Ship*) Vernon, em Portsmouth – Reino Unido, quando foi criado, para as minas de fundeio, um sistema de regulagem da profundidade, sendo predeterminada e sem a necessidade de se medir a profundidade da água, desde que não excedesse o comprimento máximo do cabo disponível. Outra melhoria feita pelo HMS Vernon consistiu em um sistema

²⁸ Chifre de Hertz (Tradução nossa)

de bateria próprio para mina. (HARTMANN, 1979).

Neste período, também houve o desenvolvimento de técnicas de CMM, sendo as primeiras tentativas na Guerra Russo-Japonesa (1904 – 1905), quando os russos varreram os campos minados japoneses ao largo de *Port Arthur* utilizando um rebocador a vapor, rebocando ganchos à ré, combinado com uma equipe de rebocadores arrastando uma amarra pesada entre eles (LOTT, 1959).

2.2.5 A evolução durante as Grandes Guerras Mundiais

A tecnologia de minagem e CMM avançou durante as duas grandes guerras. No decorrer da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), a Alemanha utilizou os U-boats²⁹ para realizar minagem em portos norte-americanos e ocorreu o desenvolvimento de minas com lançamento automático e regulagem de profundidade (HARTMANN, 1979). Outro grande avanço britânico foi a evolução da Varredura Mecânica, denominada Oropesa, que permitiu que um único NV realizasse a limpeza em vez de se conectar com outros navios em uma varredura em equipe (LOTT, 1979).

Mas o grande salto tecnológico ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, pois ambos os lados fizeram grandes investimentos no avanço da minagem e nas CMM. O teatro de operações possuía novos tipos de ameaça submarina, com as minas sendo acionadas por sinais magnéticos, acústicos, pressão ou combinados, além de terem sido desenvolvidas para ficar no fundo do mar (HARTMANN, 1979). Este foi o momento da criação das minas de

²⁹ Submarino alemão, abreviatura de *Unterseeboot*, que significa barco submarino (tradução nossa), muito utilizados durante a Primeira e Segunda Guerras Mundiais (U-BOAT..., 2019)

fundo³⁰de influência. Essas minas provaram ser muito mais perigosas do que as minas de contato, pois podiam danificar navios à distância e eram mais difíceis de identificar e combater.

Com relação à tática, ocorreu o advento de utilizar a aeronave para estabelecer campos minados, permitindo que estes fossem plantados em áreas dominadas pelo inimigo (HARTMANN, 1979).

2.2.6 A GM do novo milênio

Novas tecnologias têm permitido o incremento da camuflagem, para dificultar ainda mais a detecção, e da capacidade das minas verificarem assinaturas magnéticas, acústicas, sísmicas e de pressão, além de serem programadas com algoritmos de processamento de alvo e de contra-contra-medidas³¹ (TRUVER, 2021)

O investimento no desenvolvimento foi alto, pois as minas, atualmente, podem detectar a perturbação magnética de um navio ou de um submarino no campo magnético da Terra. Ainda, foram desenvolvidos outros sensores como: transdutores acústicos ativos e passivos ou microfones; sensores de pressão, que detecta a variação de pressão, durante a passagem de um navio, e aciona quando o alvo está diretamente acima da mina; sensores sísmicos que detectam vibrações no fundo do mar causadas por embarcações; sensores que medem o potencial elétrico subaquático (*underwater electrical potential* - UEP) e detectam o alvo por meio da ação galvânica entre metais diferentes; e até mesmo sensores fotoelétricos. Normalmente, esses sensores são, frequentemente, usados em combinação, o primeiro

³⁰ Mina submarina lançada no solo submarino onde permanece até ser detonada por comando remoto ou por choque do alvo, ou por influência acústica, magnética ou de ondas de pressão geradas pelo alvo em movimento e da mina de fundo, esta mina pousa no fundo dificultando à identificação com sonar e são acionadas pelos sinais descritos (BRASIL, 2015).

³¹ Dispositivos ou sistemas que dificultam as contra-medidas de minagem, como retardador de armar, camuflagem e contadores de navio (HOOLE, [2002?]).

sensor aciona a mina, na medida que um potencial alvo se aproxima, e o segundo sensor detona a mina. Esta evolução das minas em dois estágios, não apenas economiza a energia da bateria, aumentando sua vida útil, como também complica as operações de CMM. As minas mais modernas possuem sensores eletrônicos e processadores de sinal permitindo que sejam instaladas programações, para localizar alvos com determinadas características de assinatura, reduzindo o risco de serem varridas por varredura de minas de influência. Formas furtivas foram implementadas para minas de fundo, como a sueca *Rockan* e a italiana *Manta*, na tentativa de dificultar a detecção por Navios Caça-Minas (NCM). As minas tipo *homing*, o “*Captor*”, desenvolvida pelo governo norte-americano, e a EM-52, desenvolvida pelo governo chinês, que ao serem acionadas podem perseguir o alvo como um torpedo (HOOLE, [2002?]).

Todas estas tecnologias disruptivas, de hoje, estão levando as CMM a uma grande evolução, que iniciou com a criação dos NV, que emprega as operações de varredura para a remover as minas existentes numa área marítima (BRASIL, 2015), evoluindo para os NCM³², que segundo Fonseca (2002), em seu livro *Arte Naval*, explica como funciona a caça de minas:

Os navios caça-minas modernos são dotados de equipamentos sofisticados e especiais para efetuar o rastreamento de minas, como um sonar, um veículo remotamente dirigido e uma equipe de mergulhadores para neutralizar as minas. A principal diferença está na sofisticação técnica. O varredor pode efetuar varreduras dos tipos acústica, magnética, mecânica ou combinada (acústica e magnética ou magnética e mecânica), dependendo do tipo de mina a ser varrida, visando a provocar por excitação a destruição da mina. Já o caça-minas atua com a finalidade de detectar, investigar e neutralizar a mina, demandando mais tempo, porém com maior eficiência para limpar áreas minadas ou na abertura de um canal varrido permitindo o trânsito de navios amigos (FONSECA, 2002, p. 116).

Nesse sentido, as CMM estão passando por uma grande transição operacional, da caça tradicional às minas para uma solução inovadora não tripulada e autônoma, utilizando o

³² Desenvolvimento deste tipo de navio iniciado pelo governo britânico, entre as décadas de 1950 e 1960 (HOOLE, [2002?])

USV³³ (*Unmanned Surface Vehicle*) e VRO³⁴ (*Remotely Operated Vehicle - ROV*), além da combinação de sensor para detectar as minas rebocado, operando a partir de um USV (MAJUNDAR, 2016). Essa mudança gradual ocorreu de forma constante ao longo da última década, onde estes sistemas, que operam acima e abaixo da água, estão atingindo níveis de maturidade que agora tornam seu uso uma realidade prática. O elemento mais importante nas CMM é a segurança do pessoal naval e mantê-los fora de perigo e aplicações de USV e VRO são um passo significativo nessa direção.

Não apenas em termos operativos, as CMM evoluíram nas estruturas dos navios, iniciado com os cascos de madeira, para o metal, até navios fabricados com material de Plástico Reforçado com Fibras de Vidro³⁵ (*Glass Reinforced Plastics – GRP*), extremamente resistentes a explosões submarinas, demonstrado principalmente pelo sucesso da Classe “*Koster*”, da Real Marinha Sueca.

2.3 A importância da GM nos conflitos

Fizemos um pequeno histórico da GM na seção anterior, mostrando de uma maneira concisa que o avanço da tecnologia aumenta proporcionalmente a ameaça representada pelas minas, tornando-as mais difíceis de detectar, classificar e neutralizar.

Este fato pode ser comprovado pelos 15 navios da Marinha dos EUA que foram afundados ou danificados por minas, desde a Segunda Guerra Mundial, causando um prejuízo maior que o valor maior que de todos os danos causados por outros armamentos somados

³³ Veículo de superfície não tripulado (tradução nossa).

³⁴ Veículo Remotamente Operado (BRASIL, 2021)

³⁵ Introduzidos para aplicações estruturais marítimas na década de 1940. Os plásticos reforçados usados para estruturas de navios são compostos de fibras de vidro embutidas em resinas de poliéster insaturadas. Custos de manutenção mais baixos destes cascos, compensam seu custo inicial relativamente alto, em comparação com aço ou madeira, além da alta relação resistência-peso, combinada com boa resistência à deterioração, após exposição prolongada à água do mar (GLASS..., 2018).

(FREEDBERG JUNIOR, 2015). A ameaça global permanece cada vez maior, pois a Rússia possui de 125.000 a um milhão de minas; mais de 80.000 estão em estoques chineses; até 10.000 reforçam a marinha da Coreia do Norte; o Irã tem cerca de 6.000; e números desconhecidos estão em mãos de terroristas. Em junho de 2021, por exemplo, os rebeldes *houthis*³⁶ alertaram sobre “algumas centenas de minas marítimas” colocadas nos portos e vias navegáveis do Mar Vermelho e do Mar da Arábia (TRUVER, 2021).

Por isso, abordaremos nesta seção como estas características das minas influenciaram os conflitos que serão tratados e os impactos da minagem nas decisões do alto comando. Um bom exemplo destes impactos seria a decisão que Woodward (1992) teve que tomar, durante a travessia da Força-Tarefa britânica durante a Travessia para as Falklands³⁷, em 1982. Em um trecho de seu livro fica evidente a dificuldade que ele teria para concluir a operação para qual tinha sido designado, caso os argentinos tivessem minado a área. Devido à falta de meios de CMM, a opção foi pesar a perda e o impacto da utilização de um navio, para que pudesse confirmar a presença de minas³⁸.

2.3.1 Guerra da Criméia (1853-1856)

Sendo o primeiro caso de minagem em larga escala, os russos utilizaram as minas de fundeio para impedir o acesso da coalização de estados liderados pela Inglaterra. No Báltico, essas minas dissuadiram os britânicos de atacar *Kronstadt*³⁹, evitando, assim, um ataque à

³⁶ Movimento *Houthi*, é o movimento do norte do Iêmen, que desde 2004, persiste em rebeliões armadas contra o governo do Iêmen. O movimento chama-se em árabe *Anṣār Allāh* (“Defensores de Deus”); o termo *Houthis* refere-se ao seu carismático fundador. originalmente liderado por Hussein Badr al-Din al-Houthi, um político iemenita e ativista político da seita *Zaydī* do Islã (ZEIDAN, 2020).

³⁷ O livro utilizado como referência foi escrito por um oficial da Marinha britânica, por isso foi utilizado Falklands ao invés de Malvinas.

³⁸ O navio utilizado foi a HMS “*Alacrity*” (WOODWARD, 1992)

³⁹ Cidade russa, situada na ilha de Kotlin, no golfo da Finlândia, a cerca de 30 quilômetros de São Petersburgo.

capital russa de São Petersburgo, porém, no Mar Negro, os britânicos adentraram o campo minado nas águas ao redor de *Sebastopol*, que, apesar dos danos, não causaram perdas de vidas.

Devido ao sucesso dos russos na minagem e as dificuldades que este armamento causou à marinha britânica, durante a Guerra da Criméia, os britânicos iniciaram seu próprio programa de desenvolvimento de minas (DUNCAN, 1962).

2.3.2 Guerra Civil norte-americana

Os confederados sabendo da superioridade dos armamentos do inimigo, iniciaram estudos para o desenvolvimento de uma arma eficaz e barata para deter os encouraçados da União. O primeiro marco desta guerra foi a criação do *Confederate States Submarine Battery Service*⁴⁰, sendo o primeiro centro de estudos de GM (LOTT, 1959).

Apesar dos esforços de CMM⁴¹, as minas confederadas afundaram ou danificaram um total de 36 navios da União (HARTMANN, 1979), sendo o USS Cairo, um grande encouraçado, o primeiro grande navio de guerra perdido para uma mina naval, quando colidiu com uma mina de fundeio no rio Yazoo, em 1862(LOTT, 1959).

A Guerra Civil demonstrou ao mundo a importância das minas navais nos conflitos, como uma das principais armas de guerra, e, ao mesmo tempo, demonstrou a importância do desenvolvimento de CMM.

⁴⁰ Serviço de Bateria Submarina dos Estados Confederados (Tradução Nossa)

⁴¹ Os ataques contínuos das minas fizeram com que o alto escalão da União estudasse métodos para combater este armamento.

2.3.3 Guerra Russo-Japonesa

As minas desempenharam um papel decisivo nesta guerra, sendo a primeira vez que foram utilizadas em operações navais no mar (HARTMANN, 1979).

Os campos minados foram responsáveis pela destruição de todos os principais navios japoneses, como ficou evidente no naufrágio do “*Hatsuse*” e do “*Yashima*”, um terço dos navios de guerra do Japão, foram afundados em um dia. Para a Rússia, as minas tiveram grandes consequências, por causa da perda do comandante da Frota do Pacífico, vice-almirante Stepan Makarov, a bordo do encouraçado “*Petropavlovsk*”, causando uma interrupção da iniciativa naval russa e condenando ao fracasso o esquadrão em *Port Arthur*. Podemos resumir que a minagem da área costeira de *Port Arthur* causou o naufrágio de três encouraçados, cinco cruzadores e três destroieres, e a perda de milhares de tripulantes de ambos os lados (KOWNER, 2007).

A primeira tentativa de delimitação de um canal varrido foi realizada pelos japoneses, empregando boias de demarcação⁴² (LOTT, 1979).

Demonstrando muito mais sucesso nos combates que os torpedos, as minas foram usadas, extensivamente, por ambos os lados do conflito. Ressalta-se que as partes careciam de meios adequados para se contrapor a esta nova ameaça, por isso, os efeitos da minagem foram altamente destrutivos.

2.3.4 Primeira Guerra Mundial

Durante a Primeira Guerra Mundial, vários eventos demonstraram que, mesmo

⁴² Os Russos demonstraram que não se deve confiar nos locais das boias, pois eles realocaram as boias dentro dos campos minados japoneses, fazendo com que a Marinha do Japão perdesse dois navios devido às suas próprias minas.

sem grandes avanços na tecnologia das minas, ocorreu um grande desenvolvimento dos estudos de como utilizar os campos minados para impedir ações do inimigo, obrigando que ele faça o que o oponente deseja.

Em 18 de março de 1915 as forças britânica e francesas tentaram forçar a abertura do Estreito de Dardanelos, porém dois navios de guerra britânicos e um navio de guerra francês foram afundados por minas, o que praticamente, parou toda a campanha (DUNCAN, 1962). Ao analisarem o ocorrido, os Almirantes concluíram que os navios de guerra não podiam forçar os estreitos até que o campo minado fosse limpo, mas era necessária uma ação em terra para destruir os canhões ocultos que os defendiam contra os NV, que seriam empregados, para a limpeza dos campos (MEACHAN, 1967).

A minagem realizada no estreito de Dover, em novembro de 1917, causou o seu bloqueio para os submarinos alemães, forçando-os a abandonar a rota de Dover e a buscar acesso ao Atlântico pela rota mais longa do Norte (MEACHAN, 1967).

2.3.5 Guerra do Golfo (1990 – 1991)

O ocorrido com os navios USS Princeton e USS Tripoli, durante a operação Tempestade do Deserto, na primeira Guerra do Golfo, demonstra que, mesmo os navios mais modernos, estão vulneráveis a este armamento, pois uma única mina do tipo Manta, de fabricação italiana, que custa em torno de US\$ 25.000, causou à Marinha norte-americana um prejuízo na faixa de US\$ 1 bilhão (FREEDBERG JUNIOR, 2015).

Além do impacto econômico, os danos causados pela ameaça das minas alteraram, circunstancialmente, o planejamento da invasão ao Kuwait pelo mar, levando à Coalização liderada pelos EUA a alterar a sua iniciativa para a invasão por terra (WINNEFELD JUNIOR; AHMAD, 2018).

Neste capítulo abordamos, brevemente, o histórico da GM, desde os primeiros experimentos na China até os dias atuais, e o impacto da minagem em diversos conflitos.

No próximo capítulo, mostraremos a evolução da GM na MB e expectativas futuras.

3 A MARINHA DO BRASIL E AS CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM

O primeiro contato da MB com a GM ocorreu durante a Guerra do Paraguai (1865-1870), pois o engenheiro norte-americano James Hamilton Tomb⁴³ prestou assessoria à MB sobre a mina naval. O alto escalão tinha conhecimento das dificuldades que iriam enfrentar durante a navegação, como demonstrado no trecho a seguir:

Esses engenhos eram um dos principais obstáculos que a Marinha brasileira tinha pela frente, em sua tarefa de subir o rio Paraguai. A Guerra Civil americana iniciou uma corrida tecnológica em armamentos, que teve seu reflexo imediato na guerra que veio em seguida na América do Sul (BONALUME NETO, 1994).

Os encouraçados brasileiros da época eram extremamente vulneráveis a este novo armamento, como ficou comprovado quando o “Rio de Janeiro” afundou ao acionar uma mina, durante a tomada de Curuzu, em 1866 (BONALUME NETO, 1994; DUNCAN, 1962; VIDIGAL, 1985). Foi necessária uma adaptação feita por Tomb no encouraçado “Tamandaré”, para que fosse possível a navegação em segurança no rio:

⁴³ James Hamilton Tomb (1839-1829) foi engenheiro-chefe das marinhas confederada e brasileira e oficial da *Norfolk and Western Railroad*. Foram encontradas documentações que contém os papéis das duas fases como oficial das marinhas. Documentos de James Hamilton Tomb (falecido depois de 1900), da Flórida, incluem as suas memórias da Guerra Civil norte-americana, quando era chefe de engenharia da marinha confederada e correspondências enquanto oficial da MB, de 1866 a 1867, com lembranças e desenhos manuscritos de uma mina que afundou um navio de guerra brasileiro (HUFFMAN; MICHAELIS; KAISER, 2021).

Ele adaptou o encouraçado Tamandaré como uma espécie de protocaça-minas (sic) e varreu outros tantos explosivos do rio com uma equipe em um bote. Uma das minas que limpou tinha 250 kg de pólvora, o suficiente para explodir qualquer navio brasileiro (BONALUME NETO, 1994).

Esta pode ser considerada a primeira operação de CMM realizada pela MB.

3.1 A incorporação do Navio Mineiro Classe “Carioca”

A MB voltou a se preocupar com a GM, apenas em 1937, quando foi lançado ao mar o primeiro Navio Mineiro Classe “Carioca”, construído no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro - AMRJ (BRASIL, 2020). Podemos observar, que, apesar demora em possuir meios projetados para GM, pois “o navio era o resultado de um estudo meticuloso e demorado em busca de características que harmonizassem as exigências militares próprias do tipo, com o fator econômico da época” (BRASIL, 2020, p.1), a MB teve bastante antecipação das possíveis necessidades que poderiam surgir, visto que primeiro navio estava pronto antes do início da Segunda Guerra Mundial.

Em 1940, foi criada Flotilha de Navios Mineiros, pelo Aviso Ministerial nº 698. Esta flotilha foi constituída de seis Navios Mineiros⁴⁴ e incorporada à Esquadra, em 1941. Sendo extinta a Flotilha, em 1942, os navios incorporados à Divisão de Cruzadores, porém em outubro daquele ano, após a criação da Força Naval do Nordeste, os Navios Mineiros foram incorporados àquela Força (BRASIL, 2020).

A conversão dos Navios Mineiros em Corvetas ocorreu em 1944, sendo que, até o fim da Segunda Guerra Mundial, os navios da classe participaram de inúmeras operações:

[...]no período de maio de 1941 a novembro de 1945, em operações de guerra, participou, efetivamente, durante a Segunda Guerra Mundial, da patrulha do litoral brasileiro e de águas ao largo da costa do Brasil, comboiando cerca de 750 navios mercantes brasileiros e estrangeiros, como reforço da escolta e ataques a submarinos alemães surtos em águas brasileiras (BRASIL, 2020, p. 1).

⁴⁴ Os Navios Mineiros eram o “Carioca”, “Cananéia”, “Camocim”, “Cabedelo”, “Caravelas” e “Camaquã”.

Após a conversão, a limpeza dos portos, no que se refere a eventuais minagens alemãs, seriam efetuadas por NV da Marinha norte-americana (VIDIGAL, 1982).

3.2 O acordo militar de 1952

A partir de 1963, fruto do Acordo de Assistência Militar entre a República Federativa do Brasil⁴⁵ e os Estados Unidos da América, assinado em 1952 e promulgado no ano seguinte, a MB recebeu vários navios norte-americanos usados por baixos custos (BRASIL, 1952). O acordo, a princípio, seria de cessão de meios, mas a MB, para garantir liberdade no emprego dos navios, decidiu pela compra⁴⁶ (BRASIL, 2020). Por meio deste acordo, além de outros navios⁴⁷, foram adquiridos os quatro NV Classe “Javari”⁴⁸, dando início a Força de Minagem e Varredura⁴⁹, subordinada, na época, ao Comando do 1º Distrito Naval⁵⁰ (Com1ºDN). Navios dotados de dois equipamentos de varredura mecânica, para minas de fundo, um equipamento para varredura de minas de influência magnética e outro para varredura de minas de influência acústica (BRASIL, 1982).

Porém, segundo Vidigal (1985) em seu livro *A Evolução do Pensamento Estratégico Naval Brasileiro* (1985), os navios não atendiam as necessidades operativas da MB, pois conforme descrito pelo acordo, eram meios construídos na década de 40:

Somente na década de 1960 tivemos a atenção despertada para a guerra de minas,

⁴⁵ Na época do acordo, o nome oficial era República dos Estados Unidos do Brasil, a mudança ocorreu devido à constituição de 1967. Para facilitar, este trabalho utilizará o nome oficial atual, para que se possa manter uma maior padronização ao longo do texto.

⁴⁶ A cessão envolvia limitações impostas pelo governo norte-americano.

⁴⁷ Pelo acordo foram adquiridos navios não apenas usados, como meios que participaram da II Guerra Mundial (1939 – 1945).

⁴⁸ Antiga Classe “YMS-1” da Marinha Norte-Americana, foi construído pelo estaleiro *Henry C. Grebe and Company*, na cidade de Chicago, tendo participado de inúmeras missões, entre 1943 e 1957, pela Marinha norte-americana.

⁴⁹ Criada pelo Aviso ministerial nº 0818, de 12 de maio de 1961.

⁵⁰ A MB dividiu o território brasileiro em nove distritos navais, para melhor aproveitamento administrativo. O 1º Distrito Naval é composto pelos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e sudeste de Minas Gerais. Ele é o Distrito sede da Marinha do Brasil, pois é onde fica a Esquadra brasileira.

com o recebimento, dos Estados Unidos, de 4 pequenos varredores costeiros, da classe *Javari*, que seriam o núcleo em torno do qual criamos a Força de Minagem e Varredura quando da sua chegada ao Brasil. Eram, porém, navios velhos, de pouco recursos, úteis, principalmente, para treinamento de algumas tripulações no que se poderia chamar de “a marinharia” desse importante tipo de operação naval. (VIDIGAL, 1985, p. 102).

Mesmo com as restrições apresentadas, foram navios de extrema importância, pois, com estes meios, mesmo que de uma forma precária, a MB tinha a possibilidade de realizar a limpeza de canais de acesso e portos que fossem minados e outras operações essenciais para o desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro e assistência no Estado de São Paulo:

Neste período, o “Javari” cumpriu missões básicas, além de participar de várias Operações DRAGÃO e UNITAS e executar diversas tarefas especiais, tais como: socorro e salvamento; patrulha da entrada da Baía de Guanabara; vigilância de navios hidrográficos; viagens de adestramento para oficiais da Marinha Mercante; operações de desembarque anfíbio; estabelecimento do canal varrido de acesso ao terminal marítimo da Petrobras na Baía de Guanabara; varredura de verificação para a construção da Ponte Rio-Niterói; operação de vacinação nas ilhas do litoral de São Paulo; assistência médico-odontológica às populações carentes do litoral do Nordeste e de populações ribeirinhas do estado de São Paulo. (BRASIL, 1982, p.5)

3.3 A mudança na subordinação

A partir de 1963, a Força de Minagem e Varredura possuía quatro NV⁵¹ e três Navios-Patrulha (NPa) Classe “Piranha”⁵². Após a incorporação desta nova classe de navios, ocorreu uma mudança significativa, pois a Força mudou sua subordinação do Com1º DN para o Comando-em-Chefe da Esquadra (ComemCh).

Outra mudança significativa para a Força de Minagem e Varredura foi que, com as duas classes de navio, a Força estaria apta a realizar uma gama maior de operações, sendo possível realizar operações de CMM, por meio dos NV, e de minagem, utilizando os NPa.

⁵¹ Os NV eram JAVARÍ (M11), JUTAÍ (M12), JURUÁ (M13) e JURUENA (M14).

⁵² Os NPa eram PIRANHA (J30), PIRAPIÁ (J31), PIRAQUÊ (J32).

3.4 O Plano Decenal de 1967

O ano de 1967 foi marcado pelo Programa Decenal de Renovação dos Meios Flutuantes. O referido programa possuía como principal proposta a proteção do tráfego marítimo:

O Programa Decenal de Renovação dos Meios Flutuantes, aprovado em 1967, reflete de maneira inequívoca, que a preocupação básica da Marinha era, ainda, a proteção do tráfego marítimo, face a nossa dependência a ele, principalmente no que concerne à distribuição de petróleo e sua distribuição e a de seus derivados ao longo da costa brasileira. (VIDIGAL, 1985, p. 99).

Isto demonstra que, desde aquela época, a MB preocupava-se com o escoamento da produção, assim como com abastecimento interno do mercado brasileiro, principalmente de petróleo e de seus derivados.

O ataque ao tráfego marítimo far-se-ia conforme previa o Programa de forma direta, através do ataque de submarinos, ou de forma indireta, através da obstrução dos portos e terminais marítimos mediante o emprego de minas. Conseqüentemente, a grande ênfase do Programa era a obtenção de meios para repelir ou destruir submarinos que pudessem ameaçar o nosso tráfego marítimo e de meios para a desobstrução de portos e terminais minados pelo inimigo. (VIDIGAL, 1985, p.99).

A preocupação da MB para a aquisição destes tipos de meios é fundamentada pelos eventos ocorridos durante a Segunda Guerra Mundial, com a perda de 35 embarcações⁵³ (SANDER, 2007) para os submarinos alemães e a possibilidade de minagem pelas forças inimigas nos portos, pois as “as ameaças aérea e de superfície eram relegadas a plano secundário” (VIDIGAL, 1985, p.100). Esta priorização de meios deveu-se, também, ao pensamento estratégico da época, que em decorrência do alinhamento com os EUA durante a Guerra Fria (1947 – 1991), adaptou-se em termos de operações conjuntas com marinhas de nações amigas, principalmente com a Marinha norte-americana, fazendo com que a força naval brasileira se dedicasse às Operações Antissubmarino e à defesa de tráfego marítimo

⁵³ Os ataques ocorreram no período de 22 de março de 1941 até 19 de julho de 1944.

interamericano.

Neste mesmo ano, a Força de Minagem e Varredura passou a se chamar Esquadrão de Minagem e Varredura, que, pelo Programa Decenal, seriam incorporados 40 Navios-Varredores Costeiros e 20 Navios-Varredores de águas interiores, porém as restrições financeiras impossibilitaram que o plano fosse concluído como planejado, principalmente que nenhum NV foi adquirido.

3.5 A renovação dos meios de CMM de 1971

Em 7 de maio de 1971, ocorreu uma nova mudança, os NPa foram transferidos para o Grupamento Naval do Sul e o Esquadrão, juntamente com os quatro NV remanescentes foram transferidos para Base Naval de Aratu (BNA), em Salvador. Mesmo ainda subordinada ao ComemCh, as vantagens de o Esquadrão ficar sediado na BNA é a equidistância desta base para todos os outros portos e Distritos Navais (DN) distribuídos pela costa brasileira, o que facilitaria a chegada dos meios de CMM para realizar as operações necessárias, porém com a transferência dos NPa, o Esquadrão perdia a capacidade de realizar minagens (BRASIL, 2013). Atualmente, esta situação permanece, pois é de responsabilidade dos Grupamentos Navais de cada DN o planejamento e a execução das operações de minagem de defesa de porto.

Devido à necessidade de renovação dos meios do Esquadrão e às restrições impostas pelo governo norte-americano para o fornecimento de navios modernos, foram realizadas, na década de 70, aquisições de seis NV classe “Schultze”, na República Federal da Alemanha⁵⁴ (BRASIL, 2013).

⁵⁴ Durante a Guerra Fria (1947-1991), o país foi dividido, sendo a parte ocidental denominada República Federal da Alemanha e a parte oriental denominada República Democrática Alemã. Após a reunificação, que ocorreu em 1989, o país denominou-se República Federal da Alemanha.

3.5.1 A chegada da Classe “Aratu”

Em 5 de maio de 1971, foi incorporado o primeiro NV da Classe “Aratu” ao Esquadrão de Minagem e Varredura. O NV “ARATU” (M15) foi construído seguindo o projeto original da classe alemã iniciado, em 1958, com capacidade de realizar os mesmos tipos de varreduras (varredura mecânica, acústica, magnética) da classe anterior, porém com equipamentos mais modernos, com a possibilidade de realizar três tipos diferentes de varredura acústica (martelos⁵⁵ BT, MT e GBT-3), dois tipos de varredura magnética (cauda magnética ou HFG-18) e varredura combinada⁵⁶ (MACEDO, 2010).

Entre 1971 e 1972, o Esquadrão recebeu os primeiros quatro NV, causando um grande avanço tecnológico nas CMM da MB, fazendo com que a estrutura de base acompanhasse as novas necessidades:

Com a chegada dos varredores classe *Aratu*, já bastantes sofisticados, foram postas a nu nossas deficiências no setor e deu-se início a um esforço sério, que viria a se mostrar fecundo, no sentido de criarmos uma estrutura capaz de, progressivamente, eliminar as nossas lacunas em termos de conhecimento do assunto e do material (VIDIGAL, 1985, p.102).

Devido a essa constatação foram construídos a Estação de Degaussing⁵⁷ e um Laboratório Magnético na Base Naval de Aratu. O primeiro para atender não apenas os NV, mas os demais navios da MB e o segundo essencial para preservação das condições amagnéticas dos NV e dos seus equipamentos (BRASIL, 2013).

⁵⁵ Os equipamentos de Varredura Acústica denominados martelos geram ruídos semelhantes as hélices do navio-alvo. Os NV Classe “Aratu” possuem o MT (Médio Tom), e o BT (Baixo Tom), que têm assinaturas acústicas diferentes e são acionados eletricamente, além do GBT-3, que é acionado mecanicamente. Os diferentes tipos de martelos são usados conforme o tipo de mina que se espera encontrar em determinado local, por isso os navios operam conforme dados da Inteligência Naval.

⁵⁶ Varredura acústica e magnética ao mesmo tempo.

⁵⁷ Procedimento de contramedida de minagem passiva, que consiste em um sistema de proteção magnética que visa neutralizar o campo magnético residual de um navio.

3.5.2 A renomeação para Força de Minagem e Varredura

Em 1974, os quatro NV Classe “JAVARI” foram reclassificados como Navios Auxiliares, mantendo o nome da classe, e passaram a ser subordinados ao Grupamento Naval do Leste. No ano seguinte o Esquadrão de Minagem e Varredura passou a ser subordinado ao Comando do 2º Distrito Naval (Com2ºDN)⁵⁸, sediado em Salvador (BRASIL 1982).

No ano de 1977, o Esquadrão de Minagem e Varredura voltou a ser denominado Comando da Força de Minagem e Varredura.

3.6 O hiato de quase 30 anos

Desde sua incorporação, os NV não tinham sofrido grandes atualizações, seguindo apenas a rotina de reparos periódicos que são programados para todos os navios da MB, com cada classe tendo a sua própria rotina específica. Percebendo a necessidade de manutenção e atualização dos meios de CMM, principalmente pelo fato dos NV alemães da classe “Schultze” terem começado a deixar o serviço ativo em 1973⁵⁹, a MB iniciou o projeto de Revitalização dos seus NV, em 2001, um processo que se estendeu até 2007, a fim de prolongar a vida útil dos navios (BRASIL, 2013).

Além de vários outros equipamentos que foram revitalizados e/ou atualizados⁶⁰, dois serviços foram importantíssimos para o projeto. Um deles foi a substituição da madeira que compõe o convés principal e o tijupá, trocando a madeira original de difícil aquisição⁶¹

⁵⁸ Composto pelos estados da Bahia, Sergipe e norte e sudoeste de Minas Gerais.

⁵⁹ O último navio da classe foi descomissionado em 1995 (SCHÜTZE-KLASSE..., [...]).

⁶⁰ Os serviços foram principalmente substituição dos conversores de energia, da supervisão dos Motores de Combustão Principal (MCP) por sistema digital de fabricação nacional e dos compressores de ar-condicionado e dos MCA, as atualizações do Sistema de Proteção Magnética (SPM), do Radar de Busca de Superfície e a instalação de DGPS (GPS diferencial) e Ecobatímetro.

⁶¹ Além de difícil aquisição, o mogno africano ou Kaya também era mais propenso a infestação de fungos, fazendo com que fossem realizadas manutenções mais frequentes.

por Itaúba⁶². A preservação da estrutura em madeira é indispensável para as operações do NV, pois confere ao navio baixa assinatura magnética.

Outro serviço importante foi a substituição dos antigos Armários de Regulação e Programadores de Varredura Eletromecânicos, que incrementou a capacidade dos NV realizarem a limpeza da área, ou canal, baseadas na assinatura acústica e/ou magnética dos navios que necessitam ser protegidos, ou que, com dados de inteligência, são os possíveis alvos.

Após o término dos serviços, foram realizados testes e verificado o êxito da revitalização:

O resultado dos testes e provas de mar nos Navios-Varredores tem demonstrado que o processo de Revitalização está apresentando resultados acima dos esperados, fruto do desempenho que vem sendo observado, com a vantagem da facilidade de operação e manutenção. Adquiridos na década de 1970, os seis Navios-Varredores necessitavam dessa reforma para que permanecessem em serviço, sem que a sua capacidade operativa fosse comprometida pelo estado físico do material, ou defasagem tecnológica. (BRASIL, 2013)

3.7 AS CMM da MB no século XXI

Em 2009, a MB iniciou o Plano de Equipamento e Articulação da Marinha do Brasil⁶³ (PEAMB), que tinha por finalidade a apresentação das necessidades de meios para os próximos 30 anos. Neste contexto, foi dado início ao Grupo de Trabalho (GT) de GM, com o objetivo de avaliar a conjuntura da capacidade da MB no desempenho das tarefas que são afetas à GM, tanto dos recursos humanos, principalmente com relação à capacitação dos militares, quanto dos recursos materiais (BRASIL, 2010).

Uma das grandes questões que deveriam ser avaliadas pelo GT seria a

⁶² Madeira de alta resistência ao ataque de organismos xilófagos (fungos apodrecedores, cupins e xilófagos marinhos). Geralmente encontrada nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia (IPT,1989).

⁶³ Posteriormente, se tornou o Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (PAEMB).

continuidade da operação exclusiva de NV, ou a substituição por Navios Caça-Minas (NCM), ou por uma solução híbrida. Nesta época também existia a possibilidade, dependendo das soluções sugeridas pelo GT, da revitalização de quatro NV e de aquisição de mais quatro NV e oito Navios de Contramedidas de Minagem⁶⁴ (NCMM) (BRASIL, 2010).

Desde o término do GT, a MB recebeu propostas de outras marinhas oferecendo NCMM⁶⁵, alguns ainda em operação, porém em virtude de restrições orçamentárias as aquisições não deram prosseguimento. Desta forma, por mais que tenha ocorrido a revitalização dos NV, não houve mudança ou evolução dos equipamentos utilizados para realização das varreduras e o navio não possui a capacidade de realizar a caça de minas.

Neste capítulo, apresentamos a situação das CMM na MB e a capacidade operativa, atual, do ComForMinVar.

No próximo capítulo, iremos abordar como outras marinhas buscam evoluir a tecnologia de seus meios, buscando correlacioná-las com o desenvolvimento da minagem e as CMM.

⁶⁴ Navios com capacidade de realizar a caça de minas e a varredura.

⁶⁵ A Real Marinha Sueca, juntamente com a Empresa SAAB Kochums, ofereceu dois NCMM da Classe “Koster” à MB (BARROS, 2018; MOREIRA, 2017)

4 EXPERIÊNCIAS DE OUTRAS MARINHAS

No primeiro capítulo desta dissertação, fizemos um breve histórico da evolução da GM, com foco nas minas navais, no avanço tecnológico que este armamento sofreu e na sua importância em diversos conflitos, que ocorreram entre 1853 e 1990. No segundo capítulo, fizemos uma descrição da GM, desta vez com ênfase nas CMM, na MB, desde a utilização na Guerra do Paraguai, até a situação tecnológica atual e a capacidade operativa do ComForMinVar. Neste capítulo, discorreremos sobre as ações realizadas por outras marinhas para realizar operações de CMM capazes de detectar e destruir as minas navais modernas.

Contudo, é importante salientar a importância da Guerra de Minas no cenário atual dos conflitos mundiais. Além das novas tecnologias embutidas neste armamento, o advento de novas táticas contribui para voltar a colocar a GM em destaque na Guerra Naval.

4.1 Marinhas com foco em veículos autônomos

As operações de CMM são extremamente arriscadas, devido a necessidade de colocar pelo menos um navio, dentro do campo minado, para realizar a caça de minas ou a

varreduras. Por isso, cada vez mais as marinhas investem em veículos autônomos, para retirar as tripulações da área minada, apesar de alguns equipamentos necessitarem ficar próximos de um navio tripulado.

4.1.1 EUA e China na GM

A Marinha norte-americana negligenciava a GM, pois a considera uma guerra secundária, restrita à apenas alguns militares e uma classe restrita de navios, distantes dos centros de poder da Marinha dos EUA, como os porta-aviões, os submarinos e os navios de guerra anfíbios (FREEDBERG JUNIOR, 2012), mesmo com todos os prejuízos que teve por este descuido.

Porém, isto está mudando, principalmente, ao perceber como a marinha chinesa opera. Segundo Lyle J. Goldstein⁶⁶ (2021), apesar da relevância dos meios navais clássicos nas Operações Navais, o governo chinês tem conhecimento de que a Guerra Submarina e a GM são de alta relevância em possíveis conflitos:

Aircraft carriers are indeed potent symbols, but in reality do not have a major part to play in the strategic balance with China. To the contrary, it is actually the undersea battle that will likely prove decisive, as the Chinese seem to fully understand. A starring role in that battle under the waves is likely to be played by the traditional naval weapon of the weak—the humble sea mine⁶⁷ (GOLDSTEIN, 2021).

Com isto, a Marinha norte-americana adotou o termo anti-acesso/negação de área (*Ancti-Access/Area Denial – A2/AD*). Tangredi (2013) explicou do que se tratava este tipo

⁶⁶ Professor no Instituto de Estudos Marítimos da China (*China Maritime Studies Institute - CMSI*) e afiliado do Instituto de Estudos Marítimos da Rússia (*Russian Maritime Studies Institute - RMSI*) na Escola de Guerra Naval norte-americana (*U.S. Naval War College*)

⁶⁷ Os porta-aviões permanecem símbolos poderosos, mas, na realidade, não têm um papel importante a desempenhar no equilíbrio estratégico com a China. Pelo contrário, é na verdade a batalha submarina que provavelmente será decisiva, como os chineses parecem entender perfeitamente. Um papel de destaque nessa batalha sob as ondas, provavelmente, será desempenhado pela tradicional arma naval dos fracos – a humilde mina marítima (tradução nossa).

de estratégia:

Anti-access and area denial are modern terms referring to war-fighting strategies focused on preventing an opponent from operating military forces near, into, or within a contested region. Today anti-access and area-denial strategies—sometimes combined as anti-access/area denial or abbreviated as A2/AD—are topics of great debate and are considered primary strategic challenges to the international security objectives of the United States and its allies and partners. However, in addition to anti-access and area denial being modern terms and strategic challenges, I would argue that they constitute an ancient concept—that they are techniques of strategy that have been used throughout military history.⁶⁸ (TANGREDI, 2013, p.3).

Visando contrapor a tais ameaças, a Marinha norte-americana tem investido pesado, principalmente, em drones para realizar a varredura das minas, pois tais veículos apresentam a vantagem de proporcionar maior segurança aos tripulantes dos navios (MAJUMDAR, 2016). Atualmente, os EUA estão em fase final de testes do Sistema de Varredura de Influência não tripulado (*Unmanned Influence Sweep System – UISS*), que pode ser operado a partir dos Navios de Combate Litorâneo (*Littoral Combat Ship – LCS*), ou por navios de oportunidade, considerado um marco na evolução em direção a uma frota híbrida de sistemas tripulados e não tripulados (PADILHA, 2022).

4.1.2 Desenvolvimento de meios de CMM não tripulados em outras Marinhas

A Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) tem uma grande preocupação com a GM, principalmente em relação à CMM, pois, dos quatro Grupos Marítimos permanentemente estabelecidos, dois são dedicados às CMM, o *Standing Nato Mine Contermeasures Group 1 (SNMCMG1)*, que opera no norte da Europa e mar Báltico, e o

⁶⁸ Anti-acesso e negação de área são termos modernos que se referem a estratégias de combate focadas em impedir que um oponente opere forças militares perto, dentro ou dentro de uma região contestada. Hoje, as estratégias antiacesso e negação de área – às vezes combinadas como negação de anti-acesso/área ou abreviadas como A2/AD – são tópicos de grande debate e são considerados desafios estratégicos primários para os objetivos de segurança internacional dos Estados Unidos e seus aliados e parceiros. No entanto, além de anti-acesso e negação de área serem termos modernos e desafios estratégicos, eu argumentaria que eles constituem um conceito antigo – que são técnicas de estratégia que foram usadas ao longo da história militar. (tradução nossa).

Standing Nato Mine Countermeasures Group 2 (SNMCMG2), que opera no Mediterrâneo. Composta por navios de apoio e NCM, esses grupos estão continuamente à disposição da OTAN, para operar em exercícios e até em missões operacionais, pois servem como uma força marítima de plantão (STANDING..., 2021).

Devido a essa questão, alguns países membros da OTAN, sempre investiram nas CMM. A Marinha Real Britânica possui um programa de inovação focado no uso de Inteligência Artificial (IA), que adota USV, com a intenção de fornecer uma capacidade não tripulada para tarefas rotineiras de CMM. Outro programa tem por objetivo adquirir três UUV (Unmanned Underwater Vehicle)⁶⁹, com capacidade de realizarem operações minagem após serem lançados de um USV.

O programa conjunto de CMM do Reino Unido com a França (*Maritime Mine Countermeasures – MMCM*), incluirá um USV equipado com um sistema de navegação autônomo, sonar de detecção e prevenção de obstáculos, capacidade de identificação e neutralização de ameaças baseada em VRO e Veículos Subaquáticos Autônomos (*Autonomous Underwater Vehicles – AUV*) (MINE..., 2021).

Outras Marinhas também buscam desenvolver seus programas de CMM com veículos autônomos ou não tripulados. As marinhas belga e holandesa substituirão as suas frotas envelhecidas de navios da classe tripartite a partir de 2023 por 12 navios que possuirão USV, AUV e VRO, sendo que todos esses drones podem ser operados de forma autônoma a partir do USV. A Marinha Real Australiana fará a conversão de navios para USV, além disso, em agosto de 2020, o país destinou US\$ 15 milhões, com finalidade de pesquisa e

⁶⁹ Veículo Subaquático Não Tripulado (Tradução Nossa).

desenvolvimento de micro AUV de enxame, a fim de detectar e limpar minas. A Marinha sul-coreana está desenvolvendo veículos submarinos de lançamento de minas (*Underwater Mine Disposal Vehicles* – UMDV). A Rússia, como outras marinhas avançadas, também está adquirindo veículos marítimos não tripulados para missões MCM sob o programa de NCM da classe “*Alexandrit*”. Os russos planejam ter 30 NCM desta classe, até 2050 (MINE..., 2021).

Todos estes programas demonstram que os veículos autônomos ou não tripulados são o novo estágio da GM, tanto para minagem, quanto para CMM. As minas modernas se tornaram mais sofisticadas com os seus recursos furtivos e as capacidades de contra-medidas de minagem, por isso essa busca na melhor solução para detectar, varrer e caçar minas de forma econômica, segura e rápida. Assim, as CMM estão passando por uma grande transição da caça de minas tradicional para um futuro não tripulado e autônomo, pois estes veículos são a solução ideal para essa ameaça, logo proporcionam vantagens estratégicas e operacionais às marinhas, reduzindo, significativamente, os custos de manutenção e operação e o risco humano nas operações de CMM, bem como, ampliando o alcance da coleta de informações, vigilância e reconhecimento.

4.2 Marinhas com o foco em parcerias para o desenvolvimento dos meios

Nem todas as marinhas possuem a capacidade de desenvolver suas próprias tecnologias para evolução da GM, a própria Marinha Real Britânica, em um de seus projetos, realizou parceria com a marinha francesa para o desenvolvimento de drones. Mas esta realidade se assemelha às marinhas, que, por questões orçamentárias e defasagem tecnológica, buscam parcerias com estados mais desenvolvidos para avançar com seus programas de renovação dos meios. Nesta seção iremos abordar estas parcerias, que, não necessariamente estão ligados a projetos de GM, porém que podem ser interessantes para

análises no próximo capítulo.

4.2.1 O AUKUS e a Marinha Real australiana

O AUKUS⁷⁰ está sendo considerado um marco para a Real Marinha da Austrália (*Royal Australian Navy – RAN*), pois permitirá a construção de submarinos movidos a energia nuclear pela primeira vez, utilizando tecnologia fornecida pelos EUA, além disso, o pacto abrange o desenvolvimento de outras tecnologias (AUKUS..., 2021).

Este pacto não possui apenas objetivos econômicos e de defesa, assim como, propósitos políticos e geopolítico, pois a prioridade de Washington é possuir mais um aliado próximo da China.

Segundo Greg Mapson⁷¹ (2021), com o AUKUS, a RAN deve desenvolver sua capacidade de GM. Com isso, a RAN, por meio do AUKUS, está desenvolvendo projetos para aumentar a sua capacidade de GM, mediante o compartilhamento de tecnologia em capacidades submarinas adicionais (DAVIS, 2021).

4.2.2 O NCM Classe “Tripartite”

A classe “*Tripartite*” foi uma *joint venture*⁷² entre Bélgica, França e Holanda, que iniciada em fevereiro de 1974, época em que foi assinado o acordo entre os três países para a construção cooperativa desse tipo de navio. O projeto culminou na elaboração de um programa militar, ratificado pelos Chefes de Estado-Maior das três marinhas, em 9 de

⁷⁰ Acrônimo da língua inglesa para Austrália, Reino Unido e EUA.

⁷¹ Ex-comandante das Forças de CMM da RAN.

⁷² Segundo Wolffenbüttel (2006), “[...] refere-se a um tipo de associação em que duas ou mais entidades se juntam para tirar proveito de alguma atividade, por um tempo limitado, sem que cada uma delas perca a identidade própria. [...] O modelo mais comum é aquele em que um fabricante forma uma joint-venture com uma firma comerciante de outro país para explorar o mercado estrangeiro.”

dezembro de 1974, onde o governo francês forneceria o equipamento, o governo belga providenciaria o sistema eletrônico e o governo holandês a fabricação da propulsão. A característica mais marcante desse NCM é a completa ausência de aço: o casco é de poliéster e a superestrutura de alumínio, em virtude para diminuir a assinatura magnética dos navios e reduzindo o risco de acionamento de minas de influência magnética (PIKE, [2002?]).

Com a assinatura deste acordo, foi confirmado a primeira associação, na história das marinhas, para a construção de um navio de guerra com a colaboração de três países.

Neste capítulo, apresentamos algumas soluções empreendidas por outras marinhas, com a finalidade de confrontar as minas navais atuais.

No próximo capítulo, avaliaremos o PEM e as possíveis ações que podem ser realizadas para a modernização das CMM na MB.

5 DESAFIOS E POSSIBILIDADE PARA MODERNIZAÇÃO DAS CMM NA MB

Neste capítulo, iremos analisar os desafios que irão se apresentar para a evolução das CMM na MB, visto que, os navios dedicados para este tipo de operação na MB, são os NV Classe “Aratu”, subordinado ao ComForMinVar, mesmo operando de maneira satisfatória, enfrentariam grande dificuldade para realizar a varredura de um campo minado, considerando que, como apresentamos, desde a sua aquisição na Alemanha, em 1971, o navio passou apenas por uma atualização, no de 2001, e, desde essa época, as minas marítimas evoluíram muito.

Contudo, a MB já realizou algumas ações para evoluir a GM.

5.1 O Grupo de Avaliação e Adestramento de Guerra de Minas (GAAGueM)

Em 08 de fevereiro de 2006, foi criado o GAAGueM, no Com2ºDN, sendo o primeiro passo para ampliar a conscientização da GM, na MB. Suas principais atribuições: Avaliação Operacional Continuada dos NV revitalizados; manter, gerenciar e atualizar o banco de dados das assinaturas magnéticas dos navios de interesse para a MB; subsidiar estudos para obtenção e/ou desenvolvimento de minas mais modernas e de navios de CMM; e criação, ou atualização, de publicações normativas sobre GM (GALANTE, 2010).

Com pouco tempo, o Grupo conseguiu já alguns feitos como a realização de simpósios e congressos de GM e aquisição do software *Mine Countermeasures Exclusive Planning, Evaluation, Risk Assessment Tool* (MCM EXPERT)⁷³, utilizado pela OTAN, para emprego em Operações de CMM.

5.2 O PEM-2040

A MB sabe de sua necessidade de atualização dos meios de CMM, pois, no Programa Estratégico da Marinha (PEM), documento de alto nível, que tem o propósito de orientar o planejamento de médio e longo prazo da MB, que, dentre de seus Objetivos Navais (OBNAV)⁷⁴, consta a Ações Estratégicas Navais (AEN)⁷⁵ – Força Naval – 3, correlacionada a Estratégia Naval (EN)⁷⁶ – 6.2 – Construção do Núcleo do Poder Naval⁷⁷, da OBNAV 6 – Modernizar a Força Naval, a aquisição de NCMM.

5.3 Principais dificuldades

Estas iniciativas são um grande avanço para diminuir o impacto tecnológico das minas com relação aos NV, porém existem dificuldades, atreladas a essa aquisição e evolução da conscientização que serão abordadas a seguir.

⁷³ Ferramenta exclusiva de planejamento, estimativa e avaliação de riscos CMM (tradução nossa).

⁷⁴ “Os Objetivos Navais (OBNAV), estabelecidos na Política Naval, representam “o que” deve ser feito para alcançar a Visão de Futuro da Marinha do Brasil” (BRASIL, 2020, p. 60).

⁷⁵ “[...] Consistem no detalhamento das Estratégias Navais (EM) e, a partir delas, são derivados os Planos de Ação. Representam os caminhos que deverão ser seguidos pela MB, no mais alto nível, para que sejam atingidos os OBNAV” (BRASIL, 2020, p. 60).

⁷⁶ “[...] estabelecem “como” devem ser executadas os OBNAV, norteando de que forma as capacidades da MB serão preservadas, aperfeiçoadas, obtidas e desenvolvidas em curto prazo, ou seja, em um espaço temporal de quatro ano” (BRASIL, 2020, p. 60).

⁷⁷ “EN – 6.2: Visa substituir meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais que ultrapassaram ou estão próximo de ultrapassar a vida útil” (BRASIL, 2020, p. 68).

5.3.1 Doutrinas diferentes entre Varredura e Caça de Minas

A principal característica do NCMM é a possibilidade de realizar operações varredura, com equipamentos de bordo ou veículos autônomos, e a caça de minas. Apesar do conhecimento de varredura pela tripulação do ComForMinVar, a caça de minas é uma operação totalmente diferente. Enquanto a varredura tem por objetivo a abertura de canal varrido, por meio de remoção e detonação das minas, utilizando mecanismos rebocados de varredura mecânica, influência ou combinada; a caça de minas utiliza o sonar de imagem para detectar e classificar alvos e, em seguida, envia mergulhadores especializados (*Explosive Ordnance Disposal*⁷⁸ – EOD) ou VRO para inspecionar e neutralizar a ameaça, geralmente usando pequenas cargas que são detonadas remotamente (WHITE, 2021).

São operações diferentes, porém complementares para a limpeza de campos minado, pois a limpeza total desta área, só ocorre, após a realização das duas operações. Isto torna a aquisição de um NCMM, extremamente importante para segurança das saídas dos submarinos da Base de Itaguaí, visto que, é o meio necessário para manutenção da segurança, contra possíveis minas, do canal de acesso da base (MARTINI, 2017).

Não apenas a doutrina, como o adestramento e qualificação do pessoal seria totalmente novo na MB.

5.3.2 Manutenção dos NCMM e apoio logístico

Atualmente, os reparos e as manutenções de rotina dos NV são realizados na BNA, desde 1971, o que demonstra uma expertise destes serviços para este tipo de navio, tendo em vista que são meios de baixa complexidade.

⁷⁸ Destruição de materiais explosivos (tradução nossa).

Contudo, o NCMM ou o NCM, são navios bem mais complexos, não apenas no quesito de sistemas e sensores, até mesmo a composição do casco desses navios é diferente dos atuais NV, o que demandaria não apenas em alto investimento em novos equipamentos para as oficinas, como também investimento em cursos e adestramento para qualificar o pessoal para este tipo de serviço (MARTINI, 2017).

Ressaltamos também, a questão da dificuldade de obtenção dos sobressalentes necessários para, pelo menos, as manutenções de rotina, dado que, sendo os primeiros navios na MB, o Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) não possuiria as devidas peças de reposição, tanto para manutenção, quanto para reparo do navio, o que provocaria em uma redução da segurança na eficácia das atividades de CMM.

5.3.3 Restrições Orçamentárias

Em 2021, a necessidade do Ministério da Defesa era de R\$ 16,5 bilhões, porém, com os cortes na Lei Orçamentária Anual (LOA), o montante foi de cerca de R\$ 8,4 bilhões, impactando diretamente nos programas estratégicos em andamento, causando atrasos ou reduções nos projetos, dificultando a possibilidade de inviabilizando a entrada de novos programas (RODRIGUES, 2022).

Dentre todas as dificuldades que apresentamos, esta é a de maior impacto para o desenvolvimento, pois impossibilita, qualquer mitigação das outras apresentadas.

5.4 As possibilidades do desenvolvimento das CMM

As dificuldades apresentadas constituem obstáculos para o desenvolvimento das CMM na MB, porém alguns desses impactos podem ser atenuados com algumas ações que já foram realizadas pela MB, mas em outros programas.

Para aquisição do NCMM, conforme descrito no PEM, a MB poderia utilizar a capitalização da Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON)⁷⁹, nos mesmos moldes que foi feito para construção das Fragatas Classe “Tamandaré”. Desta forma, a capitalização consegue evitar os contingenciamentos que afetam, sobremaneira, as iniciativas anteriores, e, ao mesmo tempo, evita-se os limites do teto de gastos vigentes (MARTINI, 2022). Todavia, este é um processo demorado, que pode durar alguns anos, pois é extremamente necessário também um estudo de como é feita a construção desse tipo de navio, dos tipos de sistemas e sensores que deve utilizar, além dos equipamentos de varredura. Em virtude de toda essa complexidade, somado ao fato da MB não possuir nem mesmo um NCM auxiliar na determinação dos requisitos. Portanto, devido à demora destas definições e o período de construção do navio, os NV teriam que prolongar ainda mais a sua vida útil.

Outra possibilidade seria de realizar a aquisição dos NCMM nos mesmos moldes da compra dos Caças “Gripen” pela Força Aérea Brasileira (FAB)⁸⁰. Demonstrando a possibilidade de cooperação bilateral entre a MB e com marinha de grande experiência em CMM, podendo ser nos moldes da oferta a seguir:

[...] a Saab Kockums vem ofertando a MB os dois navios da classe *Landsort*, oferta essa que inclui sua modernização, elevando-os a Classe *Koster A* proposta inclui o treinamento da MB no centro de simuladores da Marinha Sueca, em Karlskrona, possibilitando o aprendizado não apenas da parte técnica, mas também da doutrina da Suécia em contramedidas de minagem. (PADILHA, 2022).

A aquisição de NCMM, por meio de parceria com empresas de considerável experiência no ramo de CMM, proporcionaria um salto de evolução dos navios de CMM da

⁷⁹ Empresa pública, criada em 09 de junho de 1982, vinculada ao Ministério da Defesa por intermédio do Comando da Marinha do Brasil, que tem como finalidades principais: promover a Indústria Naval Brasileira; gerenciar projetos integrantes de programas aprovados pelo Comando da Marinha; e promover e executar atividades vinculadas à obtenção e manutenção de material militar naval.

⁸⁰ O governo brasileiro comprou 36 aeronaves por cerca de R\$ 24 bilhões, incluindo transferência de tecnologia, armamentos, simuladores e suporte logístico, com treinamento de mecânicos e pilotos, que serão pagos no decorrer 25 anos (VIEIRA, 2020).

MB, além de possibilitar adestramento e transferência de tecnologia, possibilitando a construção futura deste tipo de navio no Brasil, porém, apesar de um tempo mais reduzido, ainda se demoraria para a implementação deste avanço

Contudo, uma possibilidade, seria da construção de VRO, UUV e USV que pudessem ser empregados nos próprios NV. Esta possibilidade pode vir do acordo de cooperação firmado entre a MB e o Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-CIMATEC), que tem como propósito o desenvolvimento de protótipos de robôs autônomos submarinos e de superfície, além de capacitações de pessoal e transferência de conhecimentos entre as duas instituições (NETO, 2019). Operar veículos autônomos dos NV atenuaria a defasagem tecnológica, pois os equipamentos poderiam fazer mapeamento do fundo marinho, facilitando na criação de um banco de dados e protegendo os canais de acesso, possibilitaria a criação de uma doutrina própria da MB, no emprego destes equipamentos e aumentaria a segurança das operações de CMM, pois as operações de varredura feitas pelo próprio navio, poderiam ser realizadas em último caso, evitando a entrada da tripulação no campo minado, além do que, sendo um equipamento construído no Brasil, facilitaria na aquisição dos sobressalentes necessários para reparo e manutenção de rotina.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou os desafios que a MB deve enfrentar para atualizar sua capacidade de CMM, dada a evolução tecnológica das minas, e relacionou ações para o incremento das Operações de CMM na MB.

O desenvolvimento desta dissertação buscou responder quais seriam os desafios da atualização da capacidade de Contramedidas de Minagem na Marinha do Brasil, por meio de comparação com experiências de outras marinhas.

Inicialmente, foi evidenciado a importância dos portos e canais de acesso para o escoamento do nosso comércio, que tem forte influência no crescimento econômico do nosso país e a grande dependência do modal aquaviário para o comércio exterior, correlacionando com crises que impediram o livre trânsito de mercadorias e seus impactos na economia interna e mundial.

Dessa forma, a GM, por meio das CMM, apresenta-se como recurso para impossibilitar o bloqueio desta importante rota, assim sendo, foi relatado um pequeno histórico da evolução tecnológica das minas e o impacto que o emprego da minagem causa nos estados em conflitos. Consequentemente, incluiu-se a evolução da CMM na MB, tendo como principal marco, a incorporação dos NV Classe “Aratu”.

A análise dos caminhos utilizados por outras marinhas, dentre os quais o investimento em tecnologia própria para o desenvolvimento de veículos autônomos, a serem empregados a bordo dos NV, pois já contribuiria para o aumento da capacidade de GM da MB, além do incremento da segurança e do adestramento dos militares a bordo desses navios.

Em seguida, foram verificadas as possíveis ações que podem ser empregadas pela MB, a fim de eliminar ou mitigar as dificuldades levantadas, que evidenciou a construção de veículos autônomos a bordo dos NV, pois já contribuiria para o aumento da capacidade de GM da MB, além do incremento da segurança e do adestramento dos militares a bordo dos NV. Sendo a aquisição dos NCMM, a melhor forma, utilizar a parceria com a empresa SAAB, para adquirir conhecimento e tecnologia na construção deste tipo de navio.

É possível alegar que o objetivo desta dissertação foi atingido, tendo em vista que as ações propostas contribuiriam para mitigar as atuais dificuldades enfrentadas pela MB, no âmbito das Operações de CMM.

REFERÊNCIAS

BARROS, Jéssica. **BOLETIM DE COMÉRCIO EXTERIOR: período: 2017/2018**. Maceió: Sebrae, 2018. 12 p. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Boletim%20comex%202017_2018.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BONALUME NETO, Ricardo. **Americano veio caçar minas**. 1994. Elaborado pela Folha de São Paulo. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1994/8/07/mais!/35.html>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

BRASIL é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-grao>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

BRASIL. Decreto nº 33.044, de 15 de março de 1952. **Promulgo O Acôrd de Assistência Militar Entre Os Estados Unidos do Brasil e Os Estados Unidos da América**, Firmado no Rio de Janeiro, A 15 de Março de 1952. Rio de Janeiro, RJ, 15 jun. 1953. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D33044.htm>. Acesso em: 15 jun. 2022.

_____. Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha. Marinha do Brasil. **CABEDELLO**: navio mineiro/corveta. Navio Mineiro/Corveta. 2020. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dphdm/sites/www.marinha.mil.br/dphdm/files/CabedeloNavioMineiroCorveta1940-1959.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

_____. Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha. Marinha do Brasil. **JAVARI**: navio varredor/navio auxiliar. Navio Varredor/Navio Auxiliar. 2020. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dphdm/sites/www.marinha.mil.br/dphdm/files/JavariNavioVarredorAuxiliar196>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo. 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=destaques>. Acesso em: 11 jun. 2022.

_____. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. **NORMAM-04/DPC: NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA OPERAÇÃO DE EMBARCAÇÕES ESTRANGEIRAS EM ÁGUAS JURISDICIONAIS BRASILEIRAS**. 1rev. Mod 12. Brasília, D.F., 2013.

_____. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Militar Naval**. 1rev. Brasília, D.F., 2017.

_____. Ministério da Defesa. **Glossário das Forças Armadas**. 5a ed., Brasília, D.F., 2015. 292 p.

_____. Ministério da Defesa. **Manual de abreviaturas, siglas, símbolos e convenções cartográficas das Forças Armadas**. Brasília, D.F., 2008. 370 p.

_____. Roberto de Souza Dantas. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. A importância dos Portos para o Comércio Exterior Brasileiro. Brasília: Secretaria do Comércio Exterior, 2012. 12 slides, color. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/hpsenado>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

_____. Thor Sauer. Marinha do Brasil. **Comando da Força de Minagem e Varredura**. 2013. Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha. Disponível em: <<http://www.arquivodamarinha.dphdm.mar.mil.br/index.php/comando-da-forca-de-minagem-e-varredura>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BRITANNICA, The Editors Of Encyclopaedia. **Joseph Needham: british biochemist**. British biochemist. 2007. Elaborado por Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/Joseph-Needham>>. Acesso em: 06 jul. 2022.

DAVIS, Malcolm. **AUKUS requires rapid expansion of autonomous undersea warfare systems**. 2021. Elaborado por ASPI Strategist. Disponível em: <<https://www.aspi.org.au/opinion/aucus-requires-rapid-expansion-autonomous-undersea-warfare-systems>>. Acesso em: 06 ago. 2022.

DUNCAN, Robert Caruthers. **America's Use of Sea Mines**. Washington: U. S. Government Printing Office, 1962. P. 17-21. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA061490>>. Acesso em: 11 jul. 2022.

ELLYAT, Holly. **Russia and Ukraine are battling over underwater mines as the global food crisis worsens**. 2022. Elaborada por CNBC. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2022/06/10/russia-and-ukraine-battle-over-underwater-mines-in-the-black-sea.html>>. Acesso em: 28 jun. 2022.

FONSECA, Maurílio Magalhães. Arte Naval: volume i. 6. ed. Rio de Janeiro: Serviços de Documentação da Marinha, 2002. P. 50-617.

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

FREEDBERG JUNIOR, Sydney J.. **Iran Mine Threat Scares Navy; CNO Scrambles To Fix Decades Of Neglect**. 2012. Elaborado por Breaking Defense. Disponível em: <<https://breakingdefense.com/2012/05/iran-mine-threat-scares-navy-cno-scrambles-to-fix>>

decades-of-ne/>. Acesso em: 04 ago. 2022.

_____. **Minefields at Sea: From Tsars to Putin**. 2015. Elaborado por Breaking Defense. Disponível em: <<https://breakingdefense.com/2015/03/shutting-down-the-sea-russia-china-iran-and-the-hidden-danger-of-sea-mines/>>. Acesso em: 11 jul. 2022.

GALANTE, Alexandre. **GAAGueM – Grupo de Avaliação e Adestramento de Guerra de Minas**. 2010. Elaborado por Naval. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2010/05/25/gaaguem-grupo-de-avaliacao-e-adestramento-de-guerra-de-minas/>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

_____. **‘Homens de ferro em navios de madeira’ – Parte 1**. 2010. Elaborado por Poder Naval. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2010/05/17/homens-de-ferro-em-navios-de-madeira-parte-1/>. Acesso em: 07 jun. 2022.

GLASS Reinforced Plastics in Shipbuilding. 2018. Elaborado por Libramar. Disponível em: <https://www.libramar.net/news/glass_reinforced_plastics_in_shipbuilding/2018-09-24-3825>. Acesso em: 01 ago. 2022.

GOLDSTEIN, Lyle J.. **Chinese Naval Strategists See the Value in Sea Mines: The U.S. Navy Should Take Note**. 2021. Elaborado por The National Interest. Disponível em: <<https://nationalinterest.org/blog/buzz/chinese-naval-strategists-see-value-sea-mines-us-navy-should-take-note-143392>>. Acesso em: 02 ago. 2022.

GREVE dos caminhoneiros: a cronologia dos 10 dias que pararam o Brasil. 2018. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44302137>>. Acesso em: 30 maio 2022.

HARTENBERG, Richard S.. **Robert Fulton: American inventor**. 2022. Elaborado por Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/Robert-Fulton-American-inventor>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

HARTMANN, Gregory K.. **Weapons that Wait: Mine Warfare in The U.S. Navy**. Annapolis: U.s. Naval Institute, 1979. 294 p.

HEGARTY, Stephanie. **Guerra na Ucrânia: as 20 milhões de toneladas de grãos que país não consegue exportar**. 2022. Elaborado por BBC News Brasil. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-61603590>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

HEIDLER, David S.. **War of 1812: United Kingdom-United States history**. 2022. Elaborado por Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/event/War-of-1812>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

HOOLE, Rob. **The Development of Naval Minewarfare**. [2002?]. Disponível em: <https://mcdoa.org.uk/Development_of_Minewarfare.htm>. Acesso em: 11 jul. 2022.

HUFFMAN, Noah; MICHAELIS, Kathryn; KAISER, Nancy. **James Hamilton Tomb Papers, 1855-1936**. 2021. Elaborado por UNC. Disponível em: <<https://finding-aids.lib.unc.edu/00723/>>.

Acesso em: 17 jul. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **NBR 6230/85: Itaúba**. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, 1989. Disponível em: <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/37-imbuia.htm>. Acesso em: 31 jul. 2022.

ITÁLIA se oferece para remover minas de portos da Ucrânia. 2022. Disponível em: <https://ansabrasil.com.br/brasil/noticias/italia/noticias/2022/06/01/italia-se-oferece-para-remover-minas-de-portos-na-ucrania_4e72c7e6-e407-4fd6-a879-bae31a24722b.html>. Acesso em: 08 jun. 2022.

JOSEPHS, Jonathan. **Guerra na Ucrânia é catástrofe econômica, alerta Banco Mundial**. 2022. Elaborado por BBC News Brasil. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-60627033#:~:text=Guerra%20na%20Ucr%C3%A2nia%20%C3%A9%20>> Acesso em: 07 jun. 2022.

KOWNER, Rotem. **The impact of the Russo-Japanese war on naval warfare**. London: Routledge, 2007. 21 p. Disponível em: <https://www.academia.edu/11219121/The_Impact_of_the_Russo_Japanese_War_on_Naval_Warfare>. Acesso em: 25 jun. 2022.

LAWDER, David. **War to slash Ukraine's GDP output by over 45%, World Bank forecasts**. 2022. Elaborado por Reuters. Disponível em: <<https://www.reuters.com/world/us/war-slash-ukraines-gdp-output-by-over-45-world-bank-forecasts-2022->>. Acesso em: 07 jun. 2022.

LIST of Ukrainian Navy ships would have been destroyed or captured by Russian armed forces. 2022. Elaborado por oryxspioenkop Blog. Disponível em: <<https://www.navyrecognition.com/index.php/naval-news/naval-news-archive/2022/march/11526-list-of-ukr>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

LOTT, Arnold S.. **Most Dangerous Sea**. Annapolis: U.s. Naval Institute, 1959. 322 p.

MACEDO, Carlos Eduardo Ribeiro. *et al.* **AS NOVAS POSSIBILIDADES PARA A GUERRA DE MINAS NO BRASIL**. 2010. Escola Naval. Disponível em: <<http://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000004/000004f8.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2022.

MAIS de 90% das empresas usam rodovias para transportar mercadorias para exportação. 2018. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/internacional/mas-de-90-das-empresas-usam-rodovias-para-transportar-mercadorias-para-exportacao/#:~:text=Pesquisa%20da%20Confedera%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20da,%2C9%25%20usam%20o%20mar%C3%ADtimo>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

MAJUMDAR, Dave. **Sea-Mines: The Most Lethal Naval Weapon on the Planet: The ultimate A2/AD weapon**.. 2016. The National Interest. Disponível em: <<https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/sea-mines-the-most-lethal-naval-weapon-the->

planet-17559>. Acesso em: 11 jun. 2022.

MAPSON, Greg. **Sea mines: the asymmetrical weapon Australia must have**. 2021. Elaborado por ASPI Strategist. Disponível em: <<https://www.aspistrategist.org.au/sea-mines-the-asymmetrical-weapon-australia-must-have/>>. Acesso em: 06 ago. 2022

MARTINI, Fernando de. **Classe ‘Tamandaré’: capitalizações, ToTs e compensações**. 2022. Elaborado por Poder Naval. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2022/07/15/classe-tamandare-capitalizacoes-tots-e-compensacoes/>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

_____. **Na guerra de minas, Brasil e Suécia estão navegando no mesmo canal**. 2017. Elaborado por Poder Naval. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2017/10/25/na-guerra-de-minas-brasil-e-suecia-estao-navegando-no-mesmo>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MEACHAM, James A.. **Four Mining Campaigns: an historical analysis of the decisions of the commanders**. Newport: U.s. Naval War College Press, 1967. 56 p. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/44639002>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

MINE Countermeasure (MCM) set to be unmanned and autonomous. 2021. Elaborado por Global Data. Disponível em: <<https://www.naval-technology.com/comment/mine-countermeasure-mcm/>>. Acesso em: 05 ago. 2022

MOREIRA, Assis. **Após caça, Saab oferece navio ao Brasil**. 2017. Elaborado por DefesaNet. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/prosuper/noticia/27796/Apos-caca--Saab-oferece-navio-ao-Brasil/>>. Acesso em: 01 ago. 2022

NEEDHAM, Joseph. **SCIENCE AND CIVILIZATION IN CHINA: vol 5: chemistry and chemical technology. part 7: military technology; the guwpowder epic**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. p. 192-210.

NETO, Luiz. **SENAI Cimatec e Marinha vão desenvolver robôs submarinos e de superfície**. 2019. Elaborado por SINDIPLASF. Disponível em: <http://www.sindicatodaindustria.com.br/noticias/2019/01/72,131749/senai-cimatec-e-marinha-vao-desenvolver-robos-submarinos-e-de-superficie.html>. Acesso em: 11 ago. 2022.

ORSOLINI, Marcio. **Yale: conheça a universidade que formou 5 presidentes dos EUA**. 2022. Disponível em: <<https://www.estudarfora.org.br/yale-university/>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

PADILHA, Luiz. **Oportunidade de Caça Minas da Saab Kockums para a Marinha do Brasil**. 2022. Elaborado por Defesa Aérea e Naval. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/oportunidade-de-caca-minas-da-saab-kockums-para-a-marinha-do-brasil>. Acesso em: 11 ago. 2022.

_____. **US Navy declara IOC para o sistema de varredura de influência não tripulado (UISS)**. 2022. Elaborado por Defesa Aérea e Naval. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/us-navy-declara-ioc-para-o-sistema-de>

varredura-de-influencia-nao-tripulado-uiss. Acesso em: 04 ago. 2022.

PATTERSON JUNIOR, Andrew. **Mining: a naval strategy**. Newport: U.s. Naval War College, 1971. 16 p. Disponível em: <<https://digital-commons.usnwc.edu/nwc-review/vol24/iss5/6>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

PIKE, John. **Tripartite Class Coastal Minehunters (MHCs)**. [2002?]. Elaborado por Global Security. Disponível em: <<https://www.globalsecurity.org/military/world/europe/mhc-tripartite.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2022

POGGIO, Guilherme. **Itália pronta para varrer os portos ucranianos**. 2022. Elaborada por Poder Naval. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2022/06/02/italia-pronta-para-varrer-os-portos-ucranianos/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

RAMBARD, Ralph. **Inventions of military machines and other devices**. England: Gray'S Inn, [15--]. p. 10-15 Disponível em: <<https://collections.library.yale.edu/catalog/2028961>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

RATTENBURY, Richard C.. **Samuel Colt: american inventor and manufacturer. American inventor and manufacturer**. 2022. Elaborado por Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/Samuel-Colt>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

RODRIGUES, Alex. **Orçamento atende a metade das necessidades da Defesa, diz ministro: braga netto falou hoje na câmara dos deputados**. Braga Netto falou hoje na Câmara dos Deputados. 2021. Elaborada por Agência Brasil. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-05/defesa-orcamento-atende-metade-das-necessidades-diz-ministro>>. Acesso em: 11 ago. 2022

SANDER, Roberto. **O Brasil na mira de Hitler: a história do afundamento de navios brasileiros pelos nazistas**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007. p. 31.

SCHÜTZE-KLASSE (1958). WIKIPEDIA. Disponível em: <[https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%BCtze-Klasse_\(1958\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%BCtze-Klasse_(1958))>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SOUSA, Yvna. **Ministério da Fazenda diz que greve dos caminhoneiros causou prejuízo de R\$ 15,9 bilhões à economia. 2018**. Elaborada por G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/ministerio-da-fazenda-diz-que-greve-dos-caminhoneiros-causou-prejuizo-de-r-15-bilhoes-a-economia.ghtml>>. Acesso em: 30 maio 2022.

STANDING NATO MINE COUNTERMEASURE GROUP 1 CONDUCTS OPERATIONAL HANDOVER. 2021. Elaborado por Public Affairs Office at MARCOM. Disponível em: <<https://mc.nato.int/media-centre/news/2021/standing-nato-mine-countermeasure-group-1-conducts-operational-handover>>. Acesso em: 05 ago. 2022

TANGREDI, Sam J.. **Anti-Access Warfare: countering A2/AD strategies**. Annapolis: U.s. Naval

Institute Press, 2013. p. 3.

TBT: como a greve dos caminhoneiros de 2018 afetou a economia. 2021. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/economia/tbt-como-a-greve-dos-caminhoneiros-de-2018-afetou-a-economia/#:~:text=A%20greve%20dos%20caminhoneiros%2C%20em,na%20infla%C3%A7%C3%A3o%20quanto%20no%20PIB>>. Acesso em: 30 maio 2022.

TRUVER, Scott C.. **MODERN NAVAL MINES: not your grandfather's weapons that wait.** 2021. Elaborado por CIMSEC. Disponível em: <<https://cimsec.org/modern-naval-mines-not-your-grandfathers-weapons-that-wait/>>. Acesso em: 06 jul. 2022.

U-boat: submarino alemão. submarino alemão. 2019. Elaborado por Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/U-boat>. Acesso em: 11 ago. 2022.

VIDIGAL, Armando Amorim Ferreira. **A Evolução do Pensamento Estratégico Naval Brasileiro.** 3. ed. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1985. p. 42-102.

VIEIRA, Daniel Marques. **Negociação para compra de caças Gripen suecos teve início há 25 anos.** 2020. Elaborado por O Brasilianista. Disponível em: <https://obrasilianista.com.br/2020/10/23/negociacao-para-compra-de-cacas-gripen-suecos-teve-inicio-ha-25-anos/>. Acesso em: 11 ago. 2022

WESEL, Barbara. **O desafio de escoar a safra da Ucrânia com portos fechados.** 2022. Elaborado por DW. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/o-desafio-de-escoar-a-safra-da-ucr%C3%A2nia-com-os-portos-fechados/a-618894>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

WHITE, Ryan. **What is the difference between a minehunter and a minesweeper?** 2021. Elaborado por Naval Post. Disponível em: <<https://navalpost.com/minehunter-minesweeper-mine-countremeasures-vessel-difference/>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

WINNEFELD JUNIOR, James; AHMAD, Syed. **The Other Mine Warfare Will Work.** 2018. Elaborado U.S. Naval Institute. Disponível em: <<https://www.usni.org/magazines/proceedings/2018/july/other-mine-warfare-will-work>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

WOLFFENBÜTTEL, Andréa. **O que é? Joint-venture.** 2006. Elaborado por Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2110:catid=28&Itemid=. Acesso em: 10 ago. 2022

WOODWARD, Sandy. **One Hundred Days: The Memories of the Falklands Battle Group.** London: Harper Collins, 1992. p.202.

ZEIDAN, Adam. **Houthi movement: Yemeni militant movement.** 2020. Elaborado por Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/Houthi-movement>>. Acesso em: 27 jul. 2022.