

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC LEANDRO DE SOUZA LAMIN

OS NOVOS PARADIGMAS DA GUERRA DE MINAS:

A dialética entre adquirir ou desenvolver Sistemas Marítimos Não Tripulados (SMNT), a serem utilizados na Fase de Transição para a aplicação do conceito *stand-off* nas operações de Contramedidas de Minagem (CMM) na Marinha do Brasil (MB)

Rio de Janeiro

2023

CC LEANDRO DE SOUZA LAMIN

OS NOVOS PARADIGMAS DA GUERRA DE MINAS:

A dialética entre adquirir ou desenvolver Sistemas Marítimos Não Tripulados (SMNT), a serem utilizados na Fase de Transição para a aplicação do conceito *stand-off* nas operações de Contramedidas de Minagem (CMM) na Marinha do Brasil (MB)

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

Orientador: CMG (RM1) Marcelo Ribeiro de Sousa.

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval

2023

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Após a conclusão deste trabalho acadêmico, não posso deixar de expressar minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para essa missão.

Dessa forma, início meus agradecimentos reconhecendo sempre a divina presença de Deus. A Ele, atribuo à força interior para enfrentar os desafios desta trajetória profissional e acadêmica desde o concurso para o Colégio Naval.

À minha amada esposa, Thaís, e às minhas filhas, Maria Eduarda e Maitê, meu porto seguro, reservo um agradecimento especial. O amor incondicional de vocês, a compreensão e os incentivos foram fundamentais para o fortalecimento dessa intensa jornada.

Aos meus pais, que sempre foram base em minha vida. Agradeço por serem os pilares que sustentam as minhas conquistas. Suas lições e seus exemplos moldaram meu caráter e inspiraram-me a buscar sempre o melhor.

Nesta caminhada, tive a honra de contar com a orientação do CMG (RM1) Marcelo de Sousa. Sua experiência e sua sabedoria foram fundamentais para o bom rumo desta dissertação.

RESUMO

No momento em que se aproxima a necessidade de substituição dos Navios Varredores classe “Aratu”, o conceito de *stand-off* urge de forma relevante como uma premissa essencial para evitar riscos tanto para as embarcações quanto para os tripulantes ao adentrarem em campos minados durante operações de Contramedidas de Minagem. Esse conceito tem se tornado mais viável graças ao avanço das novas tecnologias da Quarta Revolução Industrial. Nesse contexto, faz-se fundamental realizar projeções que auxiliem no planejamento de longo prazo das forças navais, identificando os principais campos de atuação das Contramedidas de Minagem em um futuro próximo. O foco principal deve ser nas capacidades dos meios utilizados, não se restringindo apenas às características das embarcações que os transportam, a fim de que estejam preparados para enfrentar os desafios que se avizinham. Uma possível solução para substituir os atuais Navios Varredores da Marinha do Brasil é a adoção de plataformas modulares autônomas, controladas por sistemas robóticos e implantadas a partir de navios-mãe. Essa abordagem representa uma mudança significativa na doutrina das operações de Contramedidas de Minagem e está em sintonia com as tendências das principais marinhas do mundo. Com isso, a tomada de decisão quanto à aquisição ou desenvolvimento dos Sistemas de Marítimos Não Tripulados é uma tarefa complexa que requer uma análise cuidadosa de fatores como custos, prazo de alcance da capacidade e maturidade tecnológica.

Palavras-chave: Guerra de Minas; Navio Caça-Minas; Navio Varredor; Operações de Contramedidas de Minagem; Sistemas Marítimos Não Tripulados; *Stand-off*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Custos do Ciclo de Vida de Equipamentos de Defesa.....	54
Figura 2	- Sistema de Contramedidas de Minagem em desenvolvimento pela Bélgica e Holanda.....	55
Figura 3	- Lançamento na água do primeiro Navio Caça-Minas (NCM Oostende) do programa Belga-Holandês.....	56
Figura 4	- Veículo Subaquático Autônomo (<i>Unmanned Underwater Vehicle – UUV</i>) MK 18 da Marinha dos Estados Unidos da América (<i>United States Navy – USN</i>).....	57
Figura 5	- Embarcação de Superfície Comum Não Tripulada (<i>Common Unmanned Surface Vessel – CUSV</i>).....	58
Figura 6	- Sistema de Contramedidas de Minagem em desenvolvimento pela França e Reino Unido.....	59
Figura 7	- <i>Royal Navy Motor Boat (RNMB) Harrier</i>	60
Figura 8	- <i>MV Island Crow</i> (futuro navio-mãe das plataformas autônomas de Contramedidas de Minagem da Marinha do Reino Unido (RN)).....	61
Figura 9	- Fluxograma de Aquisição ou Desenvolvimento de um Produto de Defesa...	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A2/AD	- <i>Anti-Access / Area-Denial</i> (Anti-acesso / Negação de Área)
BID	- Base de Industrial de Defesa
C5IVR	- Comando, Controle, Comunicações, Computação, Cibernético, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento
CCV	- Custo do Ciclo de Vida
CD	- Custo Total de Desfazimento
CMM	- Contramedidas de Minagem
CO	- Custo de Obtenção
COA	- Custo Total de Operação e Apoio
CPD	- Custos Totais de Pesquisa e Desenvolvimento
CUSV	- <i>Common Unmanned Surface Vessel</i> (Embarcação de Superfície Autônoma Comum)
DOPEMAI	- Doutrina, Organização, Pessoal, Educação, Material, Adestramento e Infraestrutura
EB	- Exército Brasileiro
EDA	- <i>European Defence Agency</i> (Agência Europeia de Defesa)
EOD	- <i>Explosive Ordnance Disposal</i> (Desativadores de Artefatos Explosivos – DAE)
EUA	- Estados Unidos da América
FAB	- Força Aérea Brasileira
FAST	- <i>Flexible Agile Sweeping Technology</i> (Tecnologia Flexível de Varredura Ágil)
FS	- Forças Singulares
FT	- Força-Tarefa
GCV	- Gestão do Ciclo de Vida
GCVSD	- Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa
GRP	- <i>Glass Reinforced Plastic</i> (Plástico Reforçado com Vidro)
GueM	- Guerra de Minas
HMNB	- <i>His Majesty's Naval Base</i> (Base Naval de Sua Majestade)
HMS	- <i>His Majesty's Ship</i> (Navio de Sua Majestade)
II GM	- Segunda Guerra Mundial

ISR	- <i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i> (Inteligência, Vigilância e Reconhecimento)
LCM	- Linha de Comunicação Marítima
LCS	- Littoral Combat Ship (Navio de Combate Litorâneo)
MAGNUS -	- <i>Magnetic and Acoustic Generation Next Unmanned Superconducting Sweep</i> (Sistema Autônomo de Varredura Supercondutora Magnética e Acústica de Próxima Geração)
MB	- Marinha do Brasil
MCDOA	- <i>Minewarfare & Clearance Diving Officers' Association</i> (Associação de Oficiais Mergulhadores de Desminagem)
MDV	- <i>Mine Disposal Vehicles</i> (Veículos de Descarte de Mina)
MMCM-NG	- <i>Maritime Mine CounterMeasures Next Generation</i> (Sistema de Contramedidas de Minas Marítimas de Próxima Geração)
NApAnt	- Navio de Apoio Antártico
NCM	- Navio Caça-Minas
NCMM	- Navio de Contramedidas de Minagem
NV	- Navio Varredor
OTAN	- Organização do Tratado do Atlântico Norte
PEM 2040	- Programa Estratégico da Marinha 2040
PROSUB	- Programa de Desenvolvimento de Submarinos
RN	- <i>Royal Navy</i> (Marinha Real Britânica)
RNMB	- <i>Royal Navy Motor Boat</i> (Barco a Motor da Marinha Real Britânica)
ROV	- <i>Remotely Operated Vehicle</i> (Veículos Operados Remotamente)
SMNT	- Sistemas Marítimos Não Tripulados
SoS	- <i>System of Systems</i> (Sistema de Sistemas)
TO -	Teatro de Operações
UAV	- <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (Veículos Aéreos Não Tripulados)
USN	- United States Navy - Marinha dos Estados Unidos da América
USV	- <i>Unmanned Surface Vehicle</i> (Veículos de Superfície Não Tripulados)
UUV	- <i>Unmanned Underwater Vehicle</i> (Veículo Subaquático Não Tripulado)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	A BUSCA PELO CONCEITO <i>STAND-OFF</i> NAS CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM.....	13
2.1	O CONCEITO <i>STAND-OFF</i> : UMA NOVA DIRETRIZ PARA AS PLATAFORMAS DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM.....	13
2.2	AS POSSIBILIDADES DE ATUAÇÃO DAS PLATAFORMAS DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM.....	14
2.3	OS PRINCIPAIS PROBLEMAS DOS NAVIOS DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM CONVENCIONAIS.....	17
2.4	AS PLATAFORMAS MODULARES CONVENCIONAIS COMO MITIGADORAS DOS ALTOS CUSTOS DAS EMBARCAÇÕES ESPECIALIZADAS DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM..	19
2.5	AS PLATAFORMAS AUTÔNOMAS GERENCIADAS POR NAVIOS-MÃE E A NECESSIDADE DO AMADURECIMENTO DA TECNOLOGIA EMPREGADA.....	22
3	AS MARINHAS E AS SOLUÇÕES PARA A NOVA GERAÇÃO DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM.....	26
3.1	MARINHA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (<i>UNITED STATES NAVY – USN</i>).....	27
3.2	MARINHA REAL BRITÂNICA (<i>ROYAL NAVY - RN</i>).....	30
4	A IDENTIFICAÇÃO DA OBTENÇÃO DOS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS PARA A MARINHA DO BRASIL.....	34
4.1	AS HIPÓTESES DE EMPREGO DAS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM VISLUMBRADOS PARA A MARINHA DO BRASIL.....	35
4.2	AS CAPACIDADES INERENTES À ARQUITETURA DAS NOVAS GERAÇÕES DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM NA MARINHA DO BRASIL.....	36
5	A DIALÉTICA ENTRE ADQUIRIR E DESENVOLVER OS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS.....	39
5.1	A TENDÊNCIA PELA AQUISIÇÃO DOS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO	

	TRIPULADOS.....	40
5.2	A TENDÊNCIA PELO DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS.....	42
6	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIAS.....	50
	ANEXOS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A data de surgimento da mina marítima¹ é motivo de divergência entre os inúmeros estudiosos do tema. Para Rob Hoole, cofundador da *Minewarfare & Clearance Diving Officers' Association*², a primeira surgiu em 668 a.C, quando os gregos armazenaram uma combinação de substâncias inflamáveis em barris, atearam fogo e, em seguida, lançaram em direção às embarcações inimigas em proveito da correnteza local. Ao longo desse período, a Guerra de Minas³ (GueM) tem enfrentado fortes preconceitos de vários tipos, porém a sua eficácia é corroborada, conflito após conflito, depois dessas imputarem prejuízos significativos aos beligerantes.

Dados estatísticos demonstram que artefatos detentores de tecnologias oriundas da Segunda Guerra Mundial - II GM (1939-1945) continuam sendo capazes de gerar avarias consideráveis em meios navais, mesmo quando utilizadas contra as principais potências militares. Registra-se que as minas representam não só uma ameaça para os meios navais militares e para as suas tripulações, como também para a livre navegação civil, à medida que a economia dos estados dependem sobremaneira da manutenção das suas Linhas de Comunicação Marítimas (LCM)⁴.

Para o Brasil, o mar reveste-se de vital importância para atividades como: comércio exterior, navegação, pesca, turismo, comunicação por cabos submarinos, recursos minerais, geração de energia renovável e extração de petróleo e gás. Todas elas fazem a faixa oceânica ser fundamental para a economia e para a soberania do país.

Nesse viés, “as minas constituem a arma naval *Anti-access/Area-Denial (A2/AD)*⁵ mais econômica” (KOHAD e KUMAR, 2022). Assim como o submarino, um dos objetivos diretos das minas é a negação do uso do mar ao inimigo. Cabe ressaltar que esse efeito desejado pode ser alcançado tão somente com a falsa comunicação de lançamento desses artefatos nas proximidades de pontos estratégicos, realizada por um estado beligerante ou por

¹ 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 (BRASIL, 2015, p. 168). Para efeito deste trabalho, a palavra mina(s) concerne somente às minas marítimas.

² Associação de Oficiais Mergulhadores de Contramedidas de Minagem (tradução nossa). No Brasil esses mergulhadores são denominados Desativadores de Artefatos Explosivos (DAE).

³ A Guerra de Minas consiste no emprego estratégico, operacional e tático das minas marítimas e das suas contramedidas. Inclui todas as medidas ofensivas, defensivas e de proteção disponíveis, tanto para a colocação como para o combate às minas marítimas (EUA, 2016, p. IV-1, tradução nossa).

⁴ Expressão que representa a rota de navegação empregada pelo tráfico marítimo.

⁵ Antiacesso / Negação de Área (tradução nossa).

terroristas, como canais de acesso a portos ou a bases militares. Tal ação já é suficiente para causar prejuízos econômicos e militares de alto impacto.

Além disso, como alternativa frente ao contingenciamento de recursos, as operações de minagem⁶, devido à grande relação custo *versus* benefício, urge como uma excelente opção, por serem artefatos fáceis de serem estocados, por possuírem baixa complexidade para realizar o lançamento e por serem menos custosas, quando comparadas com outras ações e operações da guerra naval. Após a realização do lançamento desses artefatos, o esforço para a realização das complexas Operações de Contramedidas de Minagem⁷ (CMM) é uma tarefa extremamente demorada, custosa e arriscada.

Nesse contexto, o conceito de *stand-off* fundamenta-se na premissa essencial de evitar os riscos associados à presença do meio e do homem em campo minado durante as operações de CMM. Para isso, paira a dúvida sobre qual será a capacidade de decisão que a plataforma e os seus veículos autônomos embarcados deverão possuir e quais fases eles serão capazes de cumprir, sem que haja a interferência humana.

Esses requisitos influenciam e dependem muito mais que apenas do fator custo. Essa questão envolve discussões aprofundadas, até mesmo no campo filosófico, sobre a maturidade da tecnologia atual, bem como sobre a necessidade de realização de exaustivos testes de segurança dos sistemas com o intuito de demonstrar as reais capacidades desses meios.

Baseados no desejo de longa data, no qual se vislumbra a necessidade de retirada do homem do campo minado, faz-se necessário abordar os requisitos de diversa natureza para o cumprimento desse objetivo, alguns detentores de tecnologia já comprovada para a sua consecução e outros postulados como desafios a serem vencidos.

Portanto, este trabalho possui o objetivo de descrever os requisitos fundamentais que as principais marinhas estão identificando para os futuros meios, de apresentar os desafios tecnológicos contidos nesses projetos para a concepção do conceito *stand-off* nas CMM e, posteriormente, de realizar a prospecção das características que, possivelmente, possam ser adequadas às inspirações da Marinha do Brasil (MB). Para isso, tendo como

⁶ As operações de minagem consistem no lançamento criterioso de minas em áreas selecionadas, a fim de destruir navios ou meios terrestres inimigos, ou ainda, pela ameaça que representa, para conter, limitar ou retardar o seu trânsito. (BRASIL, 2017, p. 3-7)

⁷ A operação de contramedidas de minagem consiste na execução de ações ativas e passivas que visem a reduzir ou controlar a ameaça constituída pelas minas já lançadas pelo inimigo. (BRASIL, 2017, p. 3-9)

objeto de estudo a dialética entre as linhas de ação de adquirir ou desenvolver Sistemas Marítimos Não Tripulados (SMNT), a serem utilizados na fase de transição para a aplicação do conceito *stand-off* nas operações de CMM, na MB.

A relevância do tema reside no fato de que os atuais Navios Varredores (NV) classe “Aratu”, construídos na década de 1970, encontram-se no término do seu ciclo de vida, o que demanda a realização de um processo decisório sobre os futuros meios de CMM, que poderão ser adquiridos ou desenvolvidos pela MB.

Dessa forma, este trabalho tem o propósito de atuar como um catalisador de questionamentos e de pontos de reflexão sobre a mudança conceitual, tanto para a aquisição ou para o desenvolvimento, quanto para o emprego das futuras capacidades de CMM, contribuindo para que a MB planeje e mantenha uma força equilibrada de que necessita. Com o intuito de alcançar os efeitos desejados, após a pesquisa bibliográfica em fontes abertas, a fim de obter maior difusão sobre o tema em lide, este trabalho será dividido em seis capítulos, iniciando com esta introdução.

O segundo capítulo, além de abordar o conceito *stand-off* aplicado às CMM, discorrerá sobre as possibilidades de atuação das plataformas, sobre os principais problemas dos Navios de Contramedidas de Minagem (NCMM) convencionais e das plataformas modulares para, então, finalizar com a visão de futuro para os novos meios. Posteriormente, no capítulo três, serão expostas as principais características das soluções concebidas pela Marinha dos Estados Unidos (*United States Navy* - USN) e pela Marinha Real do Reino Unido (*Royal Navy* - RN) sobre a próxima geração de meios desse segmento da guerra naval.

Em seguida, no capítulo quatro, será propagada uma síntese dos conceitos apresentados, a qual será útil para a formalização do arcabouço teórico necessário para a elaboração de possíveis requisitos a serem utilizados na construção do projeto dos meios de CMM, na MB. No quinto capítulo, será abordada a utilização de uma análise sistêmica, particularmente, voltada para a aquisição ou para o desenvolvimento desse importante produto estratégico, tendo como perspectiva a redução das incertezas envolvidas ao processo de tomada de decisão para o alcance da capacidade pretendida com eficácia e com eficiência. Por fim, o capítulo seis será destinado às considerações finais, que expressarão um compêndio sucinto de todo o trabalho, com enfoque na apresentação das evidências mais significativas decorrentes da pesquisa bibliográfica realizada.

2 A BUSCA PELO CONCEITO *STAND-OFF* NAS CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM

Após a apresentação da introdução, faz-se necessário abordar a visão de futuro dessas operações e os principais desafios vindouros.

2.1 O CONCEITO *STAND-OFF*: UMA NOVA DIRETRIZ PARA AS PLATAFORMA DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM

No mundo corporativo, as mudanças estratégicas são as que ocasionam maior tempo para serem revertidas. Nesse contexto, as marinhas não estão distantes desse pressuposto. Cabe ressaltar que os meios navais, normalmente, possuem um longo ciclo de vida e, dessa forma, incorrer em erros de projeto ou, até mesmo, dos possíveis cenários operacionais de atuação, podem gerar custos inaceitáveis para os estados.

Todavia, um prejuízo incalculável e peculiar presente nas Forças Armadas de qualquer país é que esse tipo de equívoco pode propiciar a perda do controle das LCM, a impossibilidade de um desembarque anfíbio, o sacrifício de vidas humanas ou, inclusive, a derrota em um conflito em si. Nessa conjuntura, a incerteza sobre a viabilidade realista de manter os marinheiros fora de uma área minada surge como uma questão de extrema importância ou, talvez, como a questão central.

No entanto, há outras questões igualmente relevantes a considerar, como a maturidade tecnológica para possibilitar uma mudança na filosofia das CMM em direção a uma potencial próxima geração de capacidade (SCHWARZ, 2014). Além disso, é crucial refletir sobre as implicações para o treinamento, para a doutrina e para os procedimentos envolvidos nesse contexto.

Nesse enquadramento, o conceito *stand-off* possui como premissa básica evitar os riscos inerentes à entrada do meio e do homem no campo minado, durante as operações de CMM. Essa concepção não chega a ser nova, porém com o advento das novas tecnologias

oriundas da Quarta Revolução Industrial⁸ é que, finalmente, as marinhas encontram-se mais próximas de alcançar esse objetivo.

2.2 AS POSSIBILIDADES DE ATUAÇÃO DAS PLATAFORMAS DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM

A projeção de possibilidades de atuação é um grande desafio e reveste-se de suma importância para o planejamento de longo prazo da força naval. Cabe ressaltar que, nesse trabalho, os cenários têm como objetivo identificar os principais campos de atuação em que as CMM poderão ser demandadas em um futuro próximo.

Dessa forma, a elaboração dessas hipóteses de emprego será primordial para a análise das embarcações existentes na atualidade, bem como para a consecução dos principais requisitos inerentes às novas gerações de meios de CMM.

[...] a prospecção de cenários futuros, especialmente quando esteja em tela a defesa nacional, assume o relevante papel de orientar ações de planejamento estratégico e a formulação de políticas; mesmo quando tenha seu horizonte de previsibilidade abreviado; e adaptado, pois, aos modernos conceitos de ambiguidade, volatilidade, complexidade e incerteza. (SOUZA, 2021, p. 126).

Em dezembro de 2011, o então Comandante da marinha dos EUA, Almirante Jonathan Greenert, em um artigo intitulado *Navy 2025: Forward Warfighters*⁹ e publicado no site dos *US Naval Institute*¹⁰, abordou, na época, uma visão sobre a marinha do futuro:

Na próxima década, manter a vantagem de combate da Marinha e lidar com as restrições orçamentárias exigirá mudanças significativas na forma como desenvolvemos a força. Teremos de mudar de foco em plataformas para, em vez disso, focar no que a plataforma carrega. (GREENERT, 2011, p. 1, tradução nossa).

Com o fim do ciclo de vida dos Navios Caça-Minas (NCM) planejados e construídos após o fim da Guerra Fria, houve o surgimento de novas tecnologias, aliado ao fato da necessidade de mitigar os riscos das operações de CMM. Atualmente, inúmeras marinhas encontram-se em uma fase de transição conceitual tanto na aquisição quanto no emprego

⁸ A Quarta Revolução Industrial acontece num momento de grande desenvolvimento de tecnologias e possibilita a utilização conjunta de diversas delas para o aprimoramento dos métodos de produção. Entre as tecnologias mais utilizadas, estão: a internet das coisas, a transmissão de dados via wi-fi, o Big Data, e a inteligência artificial (SEBRAE, 2023. A 4ª revolução industrial e a indústria 4.0. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/a-4-revolucao-industrial-e-a-industria-40,331980b31e751610VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 18 jun. 2023).

⁹ “Marinha 2025: Guerreiros Avançados” (tradução nossa).

¹⁰ Fundado em 1873, O *US Naval Institute* é uma associação sem fins lucrativos que atende a uma comunidade de indivíduos que participam de um fórum aberto para debater questões importantes nos serviços marítimos

doutrinário das futuras capacidades da GueM. Diversos estudiosos do tema encontram-se debruçados sobre esse problema, gerando profusos questionamentos e teorias a respeito de como serão as próximas gerações de meios e quais requisitos essas novas plataformas deverão possuir para enfrentar os possíveis cenários vindouros.

O planejamento em cenários prospectivos determina limites de estudo, horizontes temporais e áreas geográficas. A partir da criação do cenário, são realizados os planejamentos para levar a Instituição do seu estágio atual para um estágio futuro. (SILVA, 2019).

Para Schwarz (2014), os requisitos das plataformas devem cobrir um amplo espectro de possíveis missões em tempos de paz ou conflito. Inicialmente, são previstos três principais tipos de ambientes operacionais, os quais estarão diretamente relacionados aos objetivos específicos de cada estado. Sendo eles: a realização de CMM em águas hostis junto a forças expedicionárias, as operações de CMM para proteger os próprios portos e, por último, a realização de operações de CMM após conflitos.

Sendo assim, esta seção discorrerá sobre as principais características inerentes aos cenários. Para isso, serão abordados, primeiro, os cenários mais exigentes, para então, em seguida, debater sobre os menos exigentes, bem como será feita uma posterior verificação das correlações entre eles.

Dessa forma, julga-se que o cenário mais desafiador para as plataformas de CMM está atrelado a missões realizadas em tempos de conflito. Nesse caso, mais especificamente à ocasião em que haja a necessidade de realizar uma operação adjunta a uma força avançada expedicionária e, conseqüentemente, em que possa ser capaz de atuar em costas estrangeiras, gerando diversas ameaças às embarcações.

O primeiro fator de fraqueza é decorrente da necessidade de atuação dos meios em águas hostis, onde a maior distância entre as bases e o Teatro de Operações (TO)¹¹ poderá acarretar maior dificuldade para o estabelecimento e para a manutenção do fluxo de suprimentos¹².

Em termos de segurança para a plataforma, pode-se intuir que os meios estarão mais vulneráveis a possíveis ataques inimigos, uma vez que esses tentarão proteger os campos

¹¹ Parte do teatro de guerra necessária à condução de operações militares de grande vulto, para o cumprimento de determinada missão e para o conseqüente apoio logístico (BRASIL, 2015, p. 265).

¹² Dinâmica dos suprimentos em circulação desde as fontes de origem até o emprego, ao longo do processo de suprimento (BRASIL, 2015, p. 118).

minados implantados. Além disso, o fator tempo impõe maiores restrições a esse tipo de missão, pois a realização da limpeza do canal de acesso para a Esquadra, dentro do prazo estipulado no planejamento das operações / ações previstas, é essencial.

Outro fator é decorrente das novas perspectivas das CMM, em que se faz necessário incrementar a segurança do navio-mãe, estabelecendo a delimitação, com precisão, do campo minado inimigo. Consequentemente, esses meios deverão ser capazes de estabelecer fluxos de dados e comunicação dentro desses limites impostos pela distância em que os navios-mãe deverão ficar em relação às plataformas autônomas (SCHWARZ, 2014).

Um segundo cenário a ser analisado é constituído ao vislumbrar a atuação dos meios de CMM em oposição à implantação de um campo minado, inserido pelo inimigo, dentro das próprias águas jurisdicionais.

Nesse caso, a velocidade de realização da limpeza da área ou a abertura de uma *Q-route*¹³ possui grande relevância. Para isso, faz-se necessário que, em tempos de paz, sejam mantidos, rotineiramente, acompanhamentos dessas áreas estratégicas.

O entendimento constante e minucioso desses ambientes na área de operação fornece a fundamentação para a execução ágil e eficiente das CMM, realizadas por meio da comparação dos dados colhidos previamente. Assim, a França e o Reino Unido enfatizam, especialmente, essas abordagens em suas instalações de submarinos nucleares (SCHWARZ, 2014).

Já o terceiro cenário versa sobre a realização de CMM após o conflito. Nesse sentido, esse procedimento possui aderência ao Manual de San Remo¹⁴, em seu artigo 90¹⁵, o qual regula que, após a cessação das hostilidades, as partes em conflito devem fazer o máximo para remover ou tornar inofensivas as minas que tenham plantado (COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA, 1995).

¹³ Conjunto pré-planejado de rotas de navegação que podem ser ativadas, parcial ou totalmente, pelo comandante da área, após verificar que a minagem é iminente ou já ocorreu. Essa rota é, periodicamente, vistoriada para localizar, avaliar e catalogar contatos e mudanças ambientais. Esta base de dados pode ser usado em conflito para determinar se a minagem ocorreu e, em caso afirmativo, para reduzir o tempo necessário para limpar a rota (EUA, 2016, p. IV-12, tradução nossa).

¹⁴ Aplicável aos Conflitos Armados no Mar, foi elaborado durante o período 1988-1994 por um grupo de especialistas jurídicos e navais que participaram a título pessoal de uma série de Mesas Redondas convocadas pelo Instituto Internacional de Direito Humanitário. (COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA, 1995, tradução nossa).

¹⁵ Após a cessação das hostilidades ativas, as partes em conflito devem fazer o possível para remover ou tornar inofensivas as minas que colocaram, cada parte removendo suas próprias minas. (COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA, 1995, tradução nossa).

Essas operações podem ser efetuadas em águas jurisdicionais nacionais ou de forma expedicionária, ou seja, longe das bases de apoio. Porém, depreende-se que esta hipótese de emprego apresenta menor exigência para os meios de CMM, uma vez que não é esperada oposição frente às operações a serem realizadas, logo os planos contendo os locais de plantio das minas serão de conhecimento das forças envolvidas e o fator tempo poderá ser mais distendido, quando comparado aos outros cenários apresentados.

A título de exemplo, pode-se citar que operações de CMM realizadas pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) após a Guerra do Golfo (1990-1991), que mesmo contando com muitos meios, pertencentes a diferentes países, levaram quase dois anos para serem finalizadas (MORISON, 2000). Com base nas considerações expostas, visando a contrapor-se aos cenários apresentados, faz-se necessário realizar uma análise que tenha ênfase nas capacidades, e não nas embarcações que as transportam. Esse entendimento é crucial para que se entenda os principais desafios vindouros os quais serão enfrentados pelas forças de CMM.

2.3 OS PRINCIPAIS PROBLEMAS DOS NAVIOS DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM CONVENCIONAIS

Sobre um Estudo realizado pela OTAN, em 2015, o Almirante Michel Hofman, Chefe da Defesa Belga, desde 2020, afirmou que:

[...] as principais deficiências dos sistemas embarcados foram operação lenta, discriminação de minas deficiente, incapacidade de detectar minas enterradas e à deriva, autodefesa e capacidade das plataformas de se projetar facilmente globalmente. Já estava claro que as plataformas convencionais existentes não poderiam atender a todos esses desafios. (HOFMAN, 2021. Tradução nossa).¹⁶

Salienta-se que, em 1990, Bélgica, França, Alemanha, Reino Unido e Holanda, sozinhos, possuíam 152 Navios especializados em CMM. Em 2012, esse número passou para 52 meios. Comissionados no final da Guerra Fria (1947-1991) e após um pouco mais de três

¹⁶ *In the 2015 NATO Maritime Operations study, the main shortcomings of shipborne systems were slow operation, poor mine discrimination, inability to detect buried and drifting mines, self-defence and the ability of platforms to easily project globally. It was already clear that the existing conventional platforms could not meet all these challenges. Therefore, we were looking for a reliable partner to carry out this small revolution in mine warfare. (Disponível em: <<https://sldinfo.com/whitepapers/belgian-dutch-rmcm-program-new-mine-countermeasure-vessel/>>. Acesso em: 08 jul. 2023).*

décadas de intenso serviço, essas embarcações encontram-se em seu final do ciclo de vida (SCHWARZ, 2014).

Os NCM dessa geração foram projetados e construídos para serem plataformas totalmente dedicadas às operações de CMM, com isso possuíam uma série de peculiaridades inerentes a sua tarefa específica, como: sonares de alta resolução para a detecção de minas, sistema de posicionamento dinâmico, baixa assinatura acústica, baixa assinatura magnética e uma propulsão especial para a redução do nível de ruído emitido (EUA, 2018).

Essas peculiaridades tornava-os um meio de alto custo quando comparados com a capacidade geral que eles entregavam ao restante da Esquadra (SCHWARZ, 2014). O casco¹⁷ era construído de materiais especiais visando à redução da assinatura magnética do meio e, conseqüente, a maior proteção contra as minas de influência, magnética, por isso, normalmente, era utilizado aço não magnético ou o *Glass Reinforced Plastic (GRP)*¹⁸.

Com relação às características de operação, percebe-se que os NCM especializados, em sua maioria, possuem velocidade de trânsito que varia entre dez e dezesseis nós e são capazes de operar apenas de três a sete dias antes de descansar suas tripulações e reabastecer. Embora a concepção de uso planejado fosse operar, principalmente, em águas costeiras, no passado recente, essas embarcações operaram em locais distantes do cenário europeu, como: Golfo Pérsico, Costa Leste dos EUA e no Mar Negro (SCHWARZ, 2014).

Aduz-se que esse fato gere uma degradação do pessoal e do estado do material quando se leva em consideração o número reduzido da tripulação, a grande quantidade de milhas navegadas e as adversidades dos mares enfrentados quando comparadas ao baixo deslocamento do meio. Além disso, as condições do estado do mar possuem potencial para retardar, ainda mais, o trânsito em grandes travessias ou, até mesmo, para impedir o emprego do meio em sua atividade fim e, conseqüente, o cumprimento da missão designada.

¹⁷ Casco é o corpo do navio sem mastreação, ou aparelhos acessórios, ou qualquer outro arranjo (FONSECA, 2019).

¹⁸ É um material compósito, normalmente utilizado na construção dos meios de CMM, que consiste em plástico reforçado com fibras de vidro.

Outro fator de fraqueza é o inexpressivo potencial para a realização da autodefesa e a baixa capacidade de seu centro de comando e controle¹⁹ (SCHWARZ, 2014). Portanto, devido ao alto valor estratégico que esses meios possuem, a sua operação em águas hostis de forma escoteira possui baixa aceitação frente à baixa capacidade operativa que possuem em estabelecer comunicações com o restante da Força-Tarefa (FT) ou mesmo de defender-se de um possível ataque. Para mitigar essa fragilidade, faz-se necessária a designação de navios escoltas de forma conjunta para as operações de CMM.

Como vantagem, é possível citar que, por não realizarem outro tipo de tarefa, esses meios, normalmente, possuem uma tripulação altamente especializada em CMM, aumentando, assim, o nível de adestramento individual e por equipe da embarcação. Infere-se que, embora possua grande desvantagem em relação ao custo apresentado, em termos operativos, esses meios possuem grande aceitação para a realização de missões nas proximidades do seu próprio litoral, pois ficam menos sujeitos às adversidades do mar e apresentam menor fadiga da tripulação, pois não necessitam de realizar grandes travessias.

Dessa forma, aduz-se que os meios especializados possuem a desvantagem de terem um custo de aquisição alto, um grande risco para a tripulação ao adentrar no campo minado, uma autonomia reduzida, condições de navegabilidade ruins para mares adversos, pouca capacidade de autodefesa, baixa permanência e uma capacidade de comando e controle insuficiente. Com base nas considerações expostas, verifica-se que os NCM convencionais, atualmente, mostram-se inadequados, porém o grande cerne da questão é quais meios teriam capacidade para substituí-los.

2.4 AS PLATAFORMAS MODULARES CONVENCIONAIS COMO MITIGADORAS DOS ALTOS CUSTOS DAS EMBARCAÇÕES ESPECIALIZADAS DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM

Algumas marinhas vislumbram a construção de plataformas maiores, capazes de realizarem várias missões, inclusive o transporte de módulos de CMM (SCHWARZ, 2014). Nessa seção, será analisado o surgimento das plataformas modulares como uma solução, visando a otimizar os custos envolvidos em todo o ciclo de vida das embarcações especializadas em CMM.

¹⁹ Centro de operações configurado para proporcionar as ligações entre a estrutura militar de comando com os escalões superior e subordinado (BRASIL, 2015, p. 58).

Essa primeira tendência pôde ser observada após o lançamento do projeto do Navio de Combate Litorâneo (*Litoral Combat Ship - LCS*)²⁰ da Marinha dos EUA, iniciado em fevereiro de 2002, no qual se observou a adoção de uma abordagem integrada de meios, pois valendo-se das capacidades tecnológicas emergentes à época, foram priorizados os projetos em que as CMM fossem orgânicas e oriundas de plataformas multimissão.

Nesse contexto, observa-se que a modularidade possui a vantagem de uma relativa redução de custos operacionais, à medida que se considera a entrega de um maior portfólio de empregos e, conseqüentemente, a maior flexibilidade para a força. Todavia, não se constata apenas vantagens nesse tipo de projeto, pois as plataformas modulares precisam ser maiores do que as dedicadas. Tal argumento está relacionado ao fato da necessidade de atendimento a diversas missões diferentes (SCHWARZ, 2014).

À vista disso, podem ser acrescidos custos ao projeto, estes necessários a suprir as soluções complexas inerentes à integração entre os diversos sistemas de bordo, bem como aumentos de peso e, por consequência, o dimensionamento da propulsão e do consumo de combustível necessário para a operação do meio.

Cabe ressaltar que as plataformas modulares tendem a favorecer o incremento do treinamento das tripulações a um menor custo, uma vez que os módulos baseados em terra ou mesmo os que não estiverem sendo utilizados pelas plataformas, ocasionalmente, podem ser utilizados em proveito ao treinamento (SCHWARZ, 2014). Aqui, cabe um contraponto a esse argumento proposto pelo Comandante Martin Schwarz, da Marinha da Alemanha, pois é inegável que a guerra de minas, geralmente, a arma do beligerante mais fraco, fora alvo de preconceitos perante diversas marinhas pelo mundo. Com isso, na visão desse autor, a utilização de plataformas modulares pode ocasionar a divisão de atenção com outras tarefas atinentes ao poder naval e, assim, gerar a degradação da capacidade das operações de CMM. Além disso, faz-se necessário analisar a forma como as tripulações para as plataformas modulares serão gerenciadas para que possam obter a máxima capacidade operativa dos meios.

Dessa forma, Schwarz (2014) vislumbra que se tenham duas linhas de ações principais para o caso em lide. A primeira LA consiste na ideia de que a tripulação seja

²⁰ É uma plataforma rápida, ágil e focada em missões, projetada para operar em ambientes próximos à costa, vencendo as ameaças costeiras do século XXI. Consiste em duas variantes, a *Freedom* e a *Independence* (EUA, 2022).

composta por uma equipe principal para o meio e por uma tripulação de missão contendo os militares especializados em cada módulo, os quais embarcariam nas plataformas de acordo com a natureza da missão a ser realizada.

Afigura-se que essa primeira LA necessita de que a execução do plano de integração entre os militares pertencentes aos módulos específicos e a tripulação do navio seja realizada de uma forma bem planejada e bem executada. Dessa forma, aumentam as chances de mitigar riscos de rivalidade entre os militares e diminui a possibilidade de falta de entrosamento nas fainas gerais de bordo, que todos os meios requerem.

Já na segunda LA, a opção proposta é de que apenas uma equipe seja utilizada para a operação dos vários módulos de bordo, ou seja, o meio possuiria somente a tripulação fixa, independente da missão a ser cumprida. Devido ao aumento da complexidade da guerra moderna e à utilização de novas tecnologias que ainda não se encontram em seu perfeito grau de maturidade, um sistema destinado a fazer tudo pode, no final das contas, não fazer nada satisfatoriamente (SCHWARZ, 2014).

Nesse sentido, pode-se deduzir que a LA número 2 aumentaria a integração entre os tripulantes, geraria o incremento do tempo e da qualidade do adestramento e da formação, porém, mesmo assim, incorreria em um grande risco de gerar lacunas de conhecimento e, conseqüentemente, a não utilização da capacidade total do meio. Atualmente, diversas marinhas e estaleiros possuem diferentes modos de classificar os níveis e os tipos de modularidade existentes nas plataformas modernas, porém as restrições orçamentárias tendem a impelir para uma análise simplista, a ponto de considera-se o custo de aquisição como a variável preponderante para a decisão de optar por uma plataforma em detrimento de outra.

De uma forma bem mais ampla, o Custo do Ciclo de Vida²¹ (CCV) é composto pelo Custo de Obtenção (CO), pelo Custo Total de Operação e Apoio (COA), e pelo Custo Total de Desfazimento (CD). Logo, pode-se observar que o CCV inclui não somente os custos diretos de aquisição, mas também incluem os custos indiretos atribuídos ao projeto (DAU GLOSSARY, 2020).

²¹ Período de tempo que inclui todo o espectro de atividade de um determinado Sistema de Interesse (SI), iniciando com a identificação da necessidade e estendendo-se através do projeto e desenvolvimento do sistema, da produção ou construção, do seu emprego operacional e apoio de manutenção e do desfazimento do material (BRASIL, 2020).

Com isso, um estudo realizado com base na Força Aérea dos EUA a respeito dos custos envolvidos em toda a Gestão do Ciclo de Vida (GCV)²² do meio, considerado um período de trinta anos, estimou que os custos de obtenção representem aproximadamente 20 a 40%, enquanto os custos de operação e apoio representem cerca 60 a 80% de todo o CCV. (DAU GLOSSARY, 2014) (FIGURA 1).

Além disso, cada vez mais, ocorre um incremento na velocidade em que novas tecnologias são apresentadas. Nesse contexto, é oportuno aferir, que dentro do ciclo de vida, de aproximadamente trinta anos, seja necessária a realização de um período de modernização. Sendo assim, além de ponderar a flexibilidade que os sistemas modulares podem oferecer, também se deve levar em consideração a facilidade que tais equipamentos possuem para serem modernizados. Conforme dados de projeto, esses sistemas podem ser retirados e substituídos por um novo com muito mais facilidade e economia do que um sistema fixo de um navio especializado em CMM.

Em suma, a transição para a próxima geração de plataformas modulares dependerá de diversos fatores, a depender das necessidades inerentes a cada país, pois seus requisitos estão intimamente interligados aos cenários previstos para cada estado, seus objetivos nacionais e os recursos financeiros disponíveis para os projetos.

2.5 AS PLATAFORMAS AUTÔNOMAS GERENCIADAS POR NAVIOS-MÃE E A NECESSIDADE DO AMADURECIMENTO DA TECNOLOGIA EMPREGADA

É inegável que as marinhas mais expressivas voltaram as suas linhas de pesquisa na intenção de que as futuras plataformas autônomas de CMM sejam controladas por sistemas robóticos e implantados a partir de navios-mãe, potencialmente além do horizonte (SCHWARZ, 2014). A partir dessa premissa, é imperioso acentuar que essa abordagem representa uma transformação significativa na doutrina das operações de CMM e, por isso, necessitam ser analisadas com cautela pelos estudiosos militares.

Nesse sentido, faz-se indispensável avaliar se essa perspectiva é viável e se a tecnologia, com seus sensores e atuadores, serão capazes de fornecer os requisitos

²² A Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas e Produtos de Defesa é uma metodologia que visa assegurar que os requisitos operativos e de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade, condicionantes do processo de obtenção de Sistemas de Defesa, sejam atingidos durante todo o seu ciclo de vida (BRASIL, 2023).

operacionais técnicos e de segurança necessários para o cumprimento da missão nos diversos cenários apresentados. Dessa forma, nota-se que o programa das futuras capacidades de CMM a ser desenvolvido possui dois projetos distintos que podem caminhar paralelamente à medida que a tecnologia amadurece.

O primeiro projeto diz respeito às plataformas que executarão as operações de CMM de forma autônoma ou controladas remotamente, ou seja, os Veículos Aéreos Não Tripulados (*Unmanned Aerial Vehicle - UAV*), Veículos de Superfície Não Tripulados (*Unmanned Surface Vehicle - USV*), Veículos Operados Remotamente (*Remotely Operated Vehicle – ROV*), Veículos Subaquáticos Autônomo (*Unmanned Underwater Vehicles - UUV*) e Veículos de Descarte de Mina (*Mine Disposal Vehicle - MDV*)²³. Já o segundo projeto versa sobre os chamados navios-mãe, que serão responsáveis por realizar o lançamento, a operação, o controle e o recolhimento dessas plataformas.

Com relação ao primeiro projeto, a utilização de embarcações não tripuladas, seja aérea, seja na superfície da água ou abaixo dela, a definição do grau de automação da missão é um importante fator a ser considerado. No entanto, além da dificuldade tecnológica, barreiras filosóficas precisam ser debatidas. Alguns especialistas manifestam preocupação com a ideia de que um futuro grande UUV possa transportar armas para neutralização ou destruição de minas e decidir dispará-las baseado, exclusivamente, em uma avaliação computadorizada. Ou um USV, operando de forma escoteira ou atuando em uma FT, possa ter a capacidade de identificar um alvo como, realmente, uma mina, atribuir uma arma de destruição e, então, dispará-la, tudo automaticamente. As opiniões sobre esta questão variam. Algumas nações parecem não se preocupar com disparos automatizados; outros a veem como uma linha vermelha (SCHWARZ, 2014).

Já quanto ao propósito que poderá ser empregado, nota-se que, devido às similaridades de atividades e, conseqüentemente, dos requisitos exigidos, essas plataformas possuem uma arquitetura de tarefas muito parecidas, sendo concebidas, geralmente, para suprir três tipos de missões, são elas: CMM, hidrografia e patrulha (SCHWARZ, 2014).

Essa característica de ser uma plataforma multimissão torna-se um fator de força para o projeto à medida que, em tempos de restrições orçamentárias, os custos podem ser justificados e diluídos entre as diversas e importantes capacidades que serão acrescentadas à

²³ Neste trabalho serão mantidos os acrônimos *UAV*, *USV*, *ROV*, *UUV* e *MDV*, originalmente criados na língua inglesa, para designação desses sistemas devido a maior difusão dos termos na literatura das CMM.

força. Porém, cabe ressaltar que os cenários de atuação estão diretamente ligados aos objetivos de cada nação e exercem grande influência na elaboração dos requisitos para diferentes capacidades a serem inseridas nos sistemas de CMM (SCHWARZ, 2014).

Por exemplo, para a Marinha dos Estados Unidos, a capacidade de realizar operações de CMM para limpeza de uma área e para a abertura de um canal varrido com forças expedicionárias nas águas do inimigo, visando à realização de um desembarque anfíbio, parece ser uma capacidade que não pode ser relegada ao segundo plano. Já para as Marinhas do Brasil e de outros países, o fator mais importante seria a probabilidade de atuação de uma limpeza em um campo minado de grande escala plantado pelo inimigo, localizado em águas jurisdicionais, visando manter as LCM.

Com essa análise, a Marinha dos EUA necessitaria de uma plataforma autônoma com capacidade de autodefesa, a fim de se contrapor em possíveis ações do inimigo. Já em outras nações, a depender das características das áreas de atuação e de alcances requeridos, pode ser suficiente apenas a capacidade de operar os sistemas de CMM a partir de um sistema de terra.

Outro importante requisito decorre da necessidade de que o meio seja capaz de operar em diversos tipos de ambientes. Por exemplo, para o Brasil, um país de extensas dimensões, faz-se necessário que os sistemas e seus sensores apresentem alta eficácia e mantenham essa conformidade de operação em locais e em águas que sejam muito frias e muito quentes.

Já em relação ao segundo projeto, observam-se duas características, comuns aos navios-mãe, fundamentais para a operação das plataformas não tripuladas. A primeira são as rampas localizadas na popa desses meios as quais, atualmente, são consideradas a melhor solução para lançar e recuperar sistemas autônomos de bordo. Já a segunda característica diz respeito à chamada baía de missão, local dentro da embarcação destinado ao armazenamento e manutenção dos veículos autônomos. Alguns conceitos defendem a proposta que os contêineres padrão de vinte pés sejam utilizados como linha de base para os módulos, enquanto outros preferem utilizar um padrão menor (SCHWARZ, 2014).

Os deslocamentos desses navios variam entre 1.000 e 3.000 toneladas. No quesito velocidade, na Europa, parece haver um entendimento comum de que a velocidade acima de 25 nós não é necessária, porém, do outro lado do Atlântico, na Marinha estadunidense,

as velocidades próximas ou acima de 40 nós são necessárias, como se pode notar nos LCS (SCHWARZ, 2014).

Após a comprovação da exequibilidade dos projetos citados, surge uma terceira e desafiante fase, essa constituída pela integração entre esses dois projetos. Com isso, um dos aspectos cruciais diz respeito à identificação dos requisitos, objetivando determinar qual será a distância máxima em que os navios-mãe serão capazes de operar em relação às plataformas de CMM autônomas.

Segundo Schwarz (2014), os custos para resguardar o fluxo eficiente de dados e o pleno comando e controle de todo o sistema são diretamente proporcionais às distâncias envolvidas. Dessa forma, essa questão envolve a busca por um equilíbrio adequado entre a proximidade necessária para garantir a eficiência das operações de CMM e a segurança das embarcações mãe, uma vez que esses meios, por características de construção do projeto, não devem adentrar acidentalmente ao campo minado.

Existe um fator comum a ambos os projetos a ser considerado na fase de planejamento que se refere à necessidade de conceber espaços livres nas embarcações, de modo a vislumbrar a possibilidade de inserir recursos adicionais na fase de modernização do meio (SCHWARZ, 2014). Tal medida é primordial para a economia de recursos necessários para a realização dos serviços previstos nessa importante fase dos meios, bem como para estender e manter as plataformas em plena capacidade operacional durante todo o seu ciclo de vida.

Após a apresentação dos conceitos e dos requisitos que permeiam os projetos das novas capacidades de CMM a serem projetadas, no próximo capítulo será abordado, por meio de uma pesquisa bibliográfica em fontes abertas, as principais características dos programas atinentes às CMM em desenvolvimento por algumas marinhas que se encontram na vanguarda dessas tecnologias.

3 AS MARINHAS E AS SOLUÇÕES PARA A NOVA GERAÇÃO DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM

Embora com conceitos, requisitos e objetivos distintos, alguns países parecem estar convencidos de que as novas tecnologias se encontram maduras o suficiente ao ponto de serem implementadas em curto prazo, enquanto outros preferem aguardar a sua comprovação para posterior substituição dos atuais meios de CMM (SCHWARZ, 2014).

Nesse contexto, com exceção da China e dos EUA, observa-se uma tendência nas principais marinhas do mundo em realizar parcerias, visando o desenvolvimento de novas tecnologias para as CMM. Depreende-se, como principal vantagem, a iniciativa desses países em compartilhar conhecimentos necessários para superar os desafios tecnológicos a serem impostos, resultando, assim, na diminuição direta dos Custos Totais de Pesquisa e Desenvolvimento (CPD)²⁴ do programa.

Como exemplo, pode-se citar o projeto liderado pela *European Defence Agency* (EDA)²⁵, denominado *Maritime Mine Counter Measures Next Generation* (MMCM NG)²⁶. Esse projeto compreende a participação de países como: Alemanha, Bélgica, Estônia, França, Holanda, Noruega e Suécia. Outro projeto conjunto que pode ser evidenciado é o novo acordo realizado entre Bélgica e Holanda para a aquisição de novas plataformas de CMM em substituição aos atuais NCM classe *Tripartite* e classe *Alkmaar*²⁷ (FIGURA 2).

Durante o lançamento na água do M940, NCM “*Oostende*” (FIGURA 3), o Ministro da Bélgica, Dedonder (2023), afirmou:

Em um mundo em pleno andamento devido às convulsões geopolíticas, nossa cooperação é ainda mais estratégica. O conceito operacional desenvolvido pelas marinhas belga e holandesa é inédito no mundo e revolucionário em vários aspectos. Este projeto, cujo primeiro navio é lançado hoje, mostra que a cooperação, a solidariedade e a inovação são valores fundamentais para a nossa segurança comum²⁸ (NAVAL-TODAY, 2023, p. 1. Tradução nossa).

²⁴ Os Custos Totais de Pesquisa e Desenvolvimento (CPD) são compostos pelos seguintes custos: Custos de planejamento de P&D (CPNP), Custos de Gerência de P&D (CGP), Custos de Engenharia de P&D (CENP), Custos de Avaliação de P&D (CAVP), Custos de Equipamentos de P&D (CEQP) e Custos de Instalações de Apoio para P&D (CIAP) (BRASIL, 2019).

²⁵ Agência Europeia de Defesa (tradução nossa).

²⁶ Contramedidas de Minagem Marítimas Próxima Geração (tradução nossa).

²⁷ NCM construídos nas décadas de 1980 e 1990, desenvolvidos a partir de um acordo entre as marinhas da Bélgica, França e Holanda. Na Bélgica a classe “*Tripartite*”, na Holanda “*Alkmaar*” e na França “*Éridan*”.

²⁸ *In a world in full swing due to geopolitical upheavals, our cooperation is all the more strategic. The operational concept developed by the Belgian and Dutch navies is a world first and revolutionary in several ways. This project, whose first ship is launching today, shows that cooperation, solidarity and innovation are key values for our common security* (NAVAL-TODAY, 2023, p. 1)

Desta forma, este capítulo, discorrerá, sobre as soluções vislumbradas pela USN e a RN, duas das principais marinhas do mundo, que se encontram na fase de desenvolvimento e de testes das futuras capacidades atinentes às plataformas, aos equipamentos e aos sistemas de CMM. Salienta-se que, para efeitos de melhor compreensão cronológica dos fatos, na segunda seção, serão apresentadas apenas as iniciativas do projeto da RN, mesmo considerando que esse esteja sendo desenvolvido em parceria com a *Marine Nationale*²⁹ da França.

3.1 MARINHA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (*UNITED STATES NAVY – USN*)

Para a mais poderosa marinha do mundo, a solução encontrada para as operações de CMM foi o LCS. O programa possui duas versões: a variante *Freedom*, monocasco, e a variante *Independence*, com casco trimarã (EUA, 2022). Trata-se de um conceito de embarcação modular, projetada para ser capaz de realizar operações de CMM, suportar presença avançada, prover a segurança e o controle de área marítima, contribuir com a dissuasão e operar de forma avançada, seja independente ou como parte integrante de uma força em "ambientes de alta ameaça" (THOMAS, 2023).

A construção dos pioneiros, *USS Freedom* e *USS Independence*, foi iniciada em 2005 e em 2006, sendo incorporados em 2008 e em 2010, respectivamente. É importante destacar que o pacote de missões de CMM foi, inicialmente, projetado para utilização em ambas as classes do LCS. No entanto, devido a uma mudança no planejamento, a implementação, está sendo realizada, somente na Classe *Independence*.

No que tange à GueM, uma importante crítica ao projeto refere-se ao fato da embarcação não ser capaz de se contrapor a todos os cenários previstos para as CMM. Em suma, a concepção desse meio visa a sua operação em águas hostis, junto a forças expedicionárias (SCHWARZ, 2014).

De outra perspectiva, para Truver (2012), essa característica não expressava um fator de fraqueza da classe, ao afirmar que: “O mar é uma área de manobra. Do ponto de vista da

²⁹ Marinha Nacional Francesa (tradução nossa).

USN, o objetivo das CMM é permitir a manobra das forças navais e não combater todas as minas” (TRUVER, 2012, p.47, tradução nossa)³⁰.

Todavia, ao longo do ciclo de vida do meio, algumas capacidades foram aprimoradas. Nesse sentido, a Marinha dos EUA fechou um contrato junto à empresa *Hydroid* para o fornecimento de inúmeros UUV. Ressalta-se que, de 2012 até a data de conclusão do projeto, em 03 de fevereiro de 2023, a marinha estadunidense adquiriu mais de 90 UUV, modelo “MK 18 Mod 2” (FIGURA 4).

Por conseguinte, o atual pacote de missões de CMM é composto por seis módulos, que foram projetados para realizar operações de varredura e de caça de minas³¹, tendo a capacidade de operar a partir do ambiente aéreo e a partir do ambiente marítimo, seja acima ou abaixo da superfície da água. A partir do espaço aéreo, podem ser utilizadas três opções: o Sistema de Detecção de Minas a Laser Aerotransportado, o Sistema de Neutralização de Minas Aerotransportado e o Sistema de Reconhecimento e Análise do Campo de Batalha Costeiro, sendo esse realizado por meio do helicóptero *MH-60 Seahawk* e do AUV *MQ-8 Fire Scout*. Já no mar, são vislumbradas mais três opções: o UUV dedicado à caça de minas *Knifefish*, o sistema de varredura de influência autônoma rebocado e o sonar de caça minas rebocado *AN/AQS-20*. Cabe ressaltar que os dois últimos sistemas serão rebocados por um USV (ECKSTEIN, 2023).

Como resultado, esse USV deverá abarcar o sistema de varredura de influência magnética e acústica em desenvolvimento, um projeto chamado de *Magnetic and Acoustic Generation Next Unmanned Superconducting Sweep* (MAGNUSS)³².

Precipuaemente, o esforço de desenvolvimento prevê a participação de três empresas. A *General Dynamics-Applied Physical Sciences Corporation* será responsável pelo sistema de varredura acústica. Já a *American Superconductor* ficará incumbida pelo desenvolvimento do ímã robusto necessário para a realização da varredura magnética. E, por fim, a *Textron Systems* fará a integração com a plataforma autônoma, chamada *Common*

³⁰ *The sea is a maneuver area. From the U.S. Navy’s perspective, the goal of MCM is to enable maneuver of naval forces, not to counter every mine* (TRUVER, 2012, p. 47)”.

³¹ A caça de minas é um tipo de operação de CMM que atua de forma individual, ou seja, mina após mina. É eficaz contra, praticamente todos os tipos de minas, sendo composta por cinco etapas: detecção, classificação, localização, identificação e neutralização (TRUVER, 2012)

³² Sistema Autônomo de Varredura Supercondutora Magnética e Acústica de Próxima Geração (tradução nossa).

*Unmanned Surface Vessel (CUSV - FIGURA 5)*³³, que já se encontra em fase de testes a bordo dos LCS. A inovação desse projeto resulta no fato de que o sistema de varredura será integrado à plataforma autônoma de superfície, ou seja, não haverá a necessidade de que o CUSV realize o reboque do sistema por ocasião da operação (BAHTIĆ, 2023.a).

Em que pese o fato desse autor, em sua pesquisa, não ter tido acesso a mais detalhes do projeto, especificamente, em como a plataforma será capaz de resistir aos impactos das possíveis explosões em sua proximidade, porém, cabe inferir que, caso as especificações do projeto sejam concretizadas, a não necessidade de realizar reboque de um dispositivo de varredura representará uma significativa vantagem operativa do sistema, principalmente, por facilitar a operação em águas restritas.

O programa tem sofrido severas críticas, principalmente, em relação aos problemas operacionais do meio. Embora os navios tenham sido projetados para um ciclo de vida de 25 anos, vale enfatizar que o *USS Freedom*, o *USS Independence* e o *USS Coronado* já se encontram desativados³⁴. Com isso, esses meios tiveram apenas 13, 11 e 8 anos, respectivamente, de serviço ativo na USN, ou seja, um período muito menor do que o programado para as embarcações.

Ademais, o futuro parece ser ainda mais preocupante. Em um relatório oficial da Marinha Estadunidense, enviado ao Congresso dos EUA, foi mencionado que, até o final de 2023, um total de nove LCS³⁵ está com previsão de serem desativados, sendo todos esses pertencentes à classe *Freedom* (THOMAS, 2023).

Em relação aos LCS, Craig Hooper, fundador da consultoria de defesa *Themistocles Advisory Group*, com sede nos Estados Unidos, afirmou:

O papel do LCS já mudou e voltará a mudar algumas vezes antes de abandonar totalmente a esquadra. É certo que os não tripulados irão engolir as missões dos LCS, mas, antes de lá chegarmos, a classe "*Independence*" tem um grande potencial em termos de testes de novos sensores, destacamentos ISR³⁶ não tripulados de

³³ Embarcação de Superfície Autônoma Comum (tradução nossa).

³⁴ USS Coronado (LCS-4) era um LCS, pertencente à classe "Independence", que foi descomissionado em 14 de setembro de 2022. (USNI, 2023. *Navy decommissions littoral combat ship USS coronado after 8 years with the fleet*. Disponível em: <<https://news.usni.org/2022/09/14/navy-decommissions-littoral-combat-ship-uss-coronado-after-8-years-with-the-fleet>>. Acesso em: 07 jul. 2023).

³⁵ LCS da classe Freedom com previsão de descomissionamento em 2023: *USS Forth Worth*, *USS Milwaukee*, *USS Detroit*, *USS Little Rock*, *USS Sioux City*, *USS Wichita*, *USS Billings*, *USS Indianapolis* e *USS St Louis* (THOMAS, 2023).

³⁶ *ISR (Intelligence, surveillance and reconnaissance)* - Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (tradução nossa).

menor dimensão e outras tarefas de vigilância e de presença. (THOMAS, 2023, p. 1. Tradução nossa).³⁷

É importante salientar que, de acordo com as leis estadunidenses, a USN só poderá descomissionar os NCM classe *Avenger*³⁸ após terem as novas capacidades de CMM devidamente aprovadas nos testes operacionais (ECKSTEIN, 2023).

Fazendo uma análise das capacidades de CMM da USN, tomando como base os fatos apresentados, percebe-se que independente dos problemas operacionais enfrentados pelos LCS, a Marinha dos EUA tem procurado desenvolver capacidades autônomas de forma independente do Navio que possa abarcar essas novas tecnologias.

Em suma, com o término do ciclo de vida dos NCM classe *Avenger*, o fator tempo torna-se primordial para a substituição desses meios sem que seja gerada uma lacuna de capacidades nas operações de CMM expedicionárias na principal Marinha do Mundo.

3.2 MARINHA REAL BRITÂNICA (ROYAL NAVY - RN)

Em um documento denominado “*Defense in a Competitive Age*³⁹”, publicado em março de 2021, pela RN, fica clara a importância concedida às operações de CMM dessa importante Marinha:

[...] a Marinha Real continuará a investir nas capacidades submarinas essenciais para proteger as nossas infraestruturas nacionais, salvaguardar o comércio marítimo e manter a nossa vantagem submarina. Este investimento incluindo a disponibilização de uma capacidade de caça de minas mais segura, rápida e automatizada, em parceria com a França. (REINO UNIDO, 2021, p 48. Tradução nossa).⁴⁰

A visão de futuro da RN abrange a criação de um “Sistema de Sistemas” que seja capaz de integrar e de realizar, de forma autônoma, operações de CMM e a vigilância de uma determinada área. Para isso, o estado final desejado prevê vários sistemas, que sejam

³⁷ *The role of the LCS has already changed, and it will change again a couple of times before it leaves the fleet entirely. Certainly, unmanned will gobble up LCS missions, but, before we get there, the Independence class has a lot of potential in sensor-seeding, smaller unmanned ISR deployments and other monitoring and presence-based task.* (THOMAS, 2023, p. 1. *Was the US Navy’s Littoral Combat Ship a mistake?* Disponível em: <https://www.naval-technology.com/features/was-the-us-navys-littoral-combat-ship-a-mistake/#catfish>. Acesso em: 07 jul. 2023).

³⁸ NCMM concebidos nas décadas de 1980 e 1990, destinados a detectar, classificar e destruir minas marítimas.

³⁹ Defesa em uma era competitiva (tradução nossa).

⁴⁰ [...] *the Royal Navy will continue to invest in underwater capabilities as this remains pivotal to protect our critical national infrastructure, safeguard maritime trade and maintain our underwater advantage. This will include delivering a safer, faster and automated Mine Hunting Capability (MHC) in partnership with France* (REINO UNIDO, 2021, p. 48).

portáteis, orgânicos e dedicados, todos controlados por uma plataforma mãe (SCHWARZ, 2014).

Para a consecução desse objetivo, o programa prevê uma abordagem em duas etapas e em diversas fases. A primeira destinada a comprovar a capacidade de cada sistema de forma individualizada para, posteriormente, integrar todas essas capacidades a serem controladas por um “sistema de sistemas” responsável pelas operações de CMM de forma *stand-off* (SCHWARZ, 2014).

Como se pode depreender, a principal vantagem nesse tipo de abordagem consiste no fato de que os sistemas autônomos, referentes a cada capacidade, presentes nos diversos ambientes de operação, o navio-mãe e o sistema responsável pela integração podem ser desenvolvidos de forma independente.

Nesse viés, em uma análise individualizada das capacidades, observa-se que, ao longo dos últimos anos, os UUV, um dos sistemas componentes, obtiveram grande desenvolvimento e experiência de operação adquiridos. O segundo passo da evolução será fornecido pelo chamado de *Flexible Agile Sweeping Technology (FAST)*⁴¹, um sistema que envolve a utilização de USV capazes de realizar operações de varredura e de caça de minas de forma totalmente autônoma. Já os UAV serão os responsáveis por desempenharem as funções de vigilância, de detecção de minas próximas à superfície d’água e de retransmissão de comunicação além do horizonte (SCHWARZ, 2014) (FIGURA 6).

Enfatiza-se que a RN intenciona que esse sistema seja capaz de abranger diversos tipos de áreas, sejam elas as mais confinadas e próximas aos portos ou as mais distantes, bem como das águas mais rasas até as mais profundas. Isso utilizando uma plataforma comum capaz de realizar operações de CMM, levantamento hidrográfico e patrulha em uma área de interesse (SCHWARZ, 2014).

Registra-se que esse agrupamento de tarefas relacionadas às operações de CMM e as atinentes à hidrografia possuem requisitos similares a respeito do mapeamento do leito marinho e da análise do ambiente. Já a capacidade de patrulha deverá ser inerente às características de projeto da plataforma. Com isso, vislumbra-se que a plataforma aglutinará todas as tecnologias e capacidades inerentes ao espectro do C5IVR⁴².

⁴¹ *Flexible Agile Sweeping Technology (FAST)* – Tecnologia Flexível de Varredura Ágil (tradução nossa).

⁴² C5IVR – Comando, Controle, Comunicações, Computação, Cibernético, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento.

Os primeiros resultados do projeto já podem ser percebidos. Sobre este aspecto, em dezembro de 2022, o *Royal Navy Motor Boat (RNMB) Apollo*, um USV com aproximadamente 11 metros de comprimento foi submetido a testes de comando e de controle. Na ocasião, a embarcação demonstrou ser capaz de executar uma série de tarefas pré-programadas como, por exemplo, a manutenção de rumo e posição estabelecidos, e outras funções como a tomada de decisão para desvio de outras embarcações. Além disso, a plataforma foi eficaz ao seguir os comandos emitidos por meio de sistemas de comunicação, compostos por uma rede segura de tráfego de dados, situada dentro da linha de visada e baseada em uma estação de terra (BAHTIĆ, 2023.b).

Já no início de 2023, o *RNMB Harrier* (FIGURA 7) chegou ao Barein para a realização de testes em águas com mais de 30°C. Na verdade, o veículo já havia sido avaliado em *Faslane*, Reino Unido, com ambiente totalmente diferente do que irá enfrentar no Golfo Pérsico. Além das provas operacionais as quais o equipamento será submetido, a RN informou que a missão visa definir como a plataforma irá interagir com o restante da Força de uma forma mais ampla (BAHTIĆ, 2023.c).

Voltando ao cerne dos requisitos atinentes a plataforma integradora dos sistemas, registra-se que mais um importante passo do programa de modernização das CMM foi dado com a aquisição do futuro navio-mãe das plataformas autônomas (FIGURA 8). A embarcação de, aproximadamente, 96,8 metros de comprimento custou cerca de 40 milhões de libras esterlinas e foi obtida pelo RU junto à empresa *Island Offshore*. Atualmente, o ex *MV Island Crown* encontra-se na Base Naval de Devonport⁴³, onde passará por um processo de conversão e receberá um novo nome (BAHTIĆ, 2023.d).

Em entrevista ao site *navaltoday.com*, o Diretor de Aquisição da RN, Comodoro Steve Prest, afirmou:

A entrega deste navio é um passo importante na transformação da Marinha para a realização de CMM, utilizando sistemas de sistemas, e distribuídos fora de bordo. O navio será utilizado para alargar o alcance dos nossos Sistemas Autônomos Marítimos, desde as águas costeiras até à realização de operações de prospecção ao largo, em defesa da pátria” (BAHTIĆ, 2023.d, 2023, p. 1. Tradução nossa).⁴⁴

⁴³ *His Majesty's Naval Base (HMNB) Devonport.*

⁴⁴ *The delivery of this ship is an important step in the Navy's transformation to conducting mine countermeasures using distributed offboard systems-of-systems. The ship will be used to extend the range of our Maritime Autonomous Systems from coastal waters to conducting offshore survey operations in Defence of the homeland* (BAHTIĆ, 2023. d, 2023, p. 1).

Cumpra evocar que, após análise dos dados do projeto, podem ser destacados alguns pontos importantes a serem mencionados quando comparados aos antigos NCM classe *Hunt*⁴⁵. Afigura-se que, de posse dos requisitos apresentados, a futura embarcação irá prover maior navegabilidade, velocidade, alcance e resistência para as operações de CMM.

Já em relação aos dados atinentes ao deslocamento apresentado, extrai-se que a embarcação não será habilitada a entrar no campo minado, gerando, assim, redução de custos atinentes às características especiais para tal finalidade. Todavia, faz-se necessário que os limites do campo minado sejam bem estabelecidos, evitando, dessa forma, os riscos inerentes à entrada, de forma acidental, no campo minado.

Isso posto, enfatiza-se a redução dos custos relativos ao material a ser utilizado na construção do casco e dos componentes internos à embarcação, pois esses não terão a obrigatoriedade de ser de material não magnético. Com isso, também não será necessário que esta plataforma possua características especiais como supressores de ruídos para diminuição da assinatura⁴⁶ acústica ou um sistema de *degaussing*⁴⁷ para a redução da assinatura magnética.

Face ao exposto, infere-se que, diferentemente do projeto das LCS criado em um momento de transição tecnológica, o programa conjunto entre a França e o RU foi concebido para ser realizado em um maior prazo de desenvolvimento, seccionado em diversas etapas e fases de comprovação e em um momento no qual algumas tecnologias encontram-se mais amadurecidas, quando comparadas à época de lançamento do projeto estadunidense. Desse modo, o programa franco britânico irá permitir maior incorporação do conceito *stand-off* e, provavelmente, menores problemas operacionais no futuro.

⁴⁵ Na década de 1980, foram construídos 13 navios caça-minas da classe “*Hunt*”, sendo que oito ainda permanecem em serviço (Disponível em: <<https://www.naval-technology.com/projects/huntclass/>>. Acesso em: 09 de jul. 2023).

⁴⁶ Assinatura é a representação gráfica da variação do campo de influência (acústica, magnética, pressão) produzido em uma mina por ocasião da passagem de um navio ou um sistema de varredura (MORISON, 2000).

⁴⁷ O processo pelo qual o campo magnético de um navio é reduzido pelo uso de bobinas eletromagnéticas, ímãs permanentes ou outros meios (EUA, 2018, p. GL-4).

4 A IDENTIFICAÇÃO DA OBTENÇÃO DOS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS PARA A MARINHA DO BRASIL

Ao realizar um compêndio de informações abordadas nos capítulos anteriores, pode-se constatar que as CMM se encontram em uma fase de transição tecnológica para efeito da busca pela retirada do homem do campo minado. Por esse motivo, tomando-se como base os estudos de caso apresentados pelas principais marinhas, denota-se que as embarcações especializadas estão em declínio, derivado, principalmente, pelos altos custos e pelos riscos que representam para a tripulação e para o meio, ao serem forçadas a adentrarem no campo minado.

Por outro lado, a solução fundamentada em plataformas autônomas, contendo diferentes pacotes de missões e controladas por navios-mãe, configura ter maior aderência nas linhas de pesquisa das prestigiadas marinhas. Dessa forma, tendo em vista a necessidade premente de substituição dos atuais Navios Varredores (NV) da classe “Aratu”, construídos na década de 1970, esse capítulo visa ratificar a necessidade de aquisição dos novos meios de CMM.

Com isso, primeiramente, será realizado uma análise da visão de futuro da MB, conforme descrito no Plano Estratégico da Marinha (BRASIL, 2020)⁴⁸:

A Marinha do Brasil será uma **Força moderna**, aprestada e motivada, **com alto grau de independência tecnológica**, de dimensão compatível com a estatura político estratégica do Brasil no cenário internacional, capaz de contribuir para a defesa da Pátria e salvaguarda dos interesses nacionais, no mar e em águas interiores, em sintonia com os anseios da sociedade. (BRASIL, 2020, p. 51, grifo nosso).

Ao combinar a temática da nova geração de meios de CMM com duas partes descritas e destacadas na visão de futuro da MB, é relevante pressupor que a possível incorporação das plataformas autônomas de CMM na MB, doravante denominadas de SMNT neste trabalho, motivadas pelo conceito *stand-off*, serão capazes de agregar várias tecnologias disruptivas que, por sua vez, estarão em consonância direta com as passagens descritas no PEM 2040. Aduz-se que esse projeto possui características que corroboram para a implementação de uma Força moderna, inclusive, com capacidade de serem utilizadas em

⁴⁸ Documento de alto nível, com o propósito de orientar o planejamento de médio e longo prazo, por meio de Objetivos Navais (OBNAV) organizados em uma cadeia de valores, orientados pela Visão de Futuro da Marinha do Brasil. (BRASIL, 2020, p. 9)

outras tarefas básicas do Poder Naval, contribuindo para o fortalecimento da Base Industrial de Defesa (BID) como indutor do desenvolvimento nacional.

Pode-se citar outra passagem descrita nesse documento de alto nível da MB, na qual é destacada a dificuldade de identificar as futuras ameaças à Nação: A ideia de um pacifismo unilateral dificulta a identificação de ameaças ao Brasil, como também é insustentável, quando constatamos as diversas formas de disputa que ocorreram – e ainda ocorrem – na história da civilização. (BRASIL, 2020).

Em resumo, depreende-se que, embora seja dificultoso prever quando, onde, contra quem e quais desafios a MB seria obrigada a enfrentar, é inegável que esses desafios serão apresentados. Essa conclusão realista e, ao mesmo tempo, perturbadora a impele no intuito de estar preparada para os conflitos vindouros.

Dessa forma, mesmo que os cenários prospectivos não possam ser previstos com 100% de precisão, todas as incertezas podem e devem ser mitigadas por meio de obtenção de análises imparciais e coerentes com a realidade. Assim, deve-se ambicionar que a MB seja uma Força equilibrada, que elimine lacunas de capacidades e que esteja sempre pronta para defrontar a todas as adversidades internas e externas.

4.1 AS HIPÓTESES DE EMPREGO DAS OPERAÇÕES DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM VISLUMBRADOS PARA A MARINHA DO BRASIL

Nesse sentido, como primeiro cenário de atuação, destaca-se a importância que a renovação das capacidades de CMM representará para a operação, com segurança, de um dos principais projetos vigentes na MB, o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). Em suma, vislumbra-se que as novas plataformas autônomas atuem de modo similar aos países que possuem meios de grande valor estratégico para a força. Nessas as operações de CMM são realizadas por meio da comparação dos dados obtidos antecipadamente nos pontos focais e aos acessos dos portos em que esses importantes meios são destinados a atracar.

Uma segunda possibilidade de emprego pode ser vislumbrada no enfrentamento de organização terrorista ou de força insurgente que, utilizando-se de minas marítimas de fácil aquisição, visem a causar a interrupção das LCM ou a paralisação de um importante porto brasileiro e prejuízos à economia do país.

Nessa segunda hipótese, o tempo de reação seria vital para mitigar os danos que poderiam ser gerados para importantes atividades ambientais e econômicas como o comércio, a pesca e o turismo. Como exemplo, embora com circunstâncias diferentes, com causas e motivações desconhecidas até o presente momento, pode-se tomar como base os prejuízos ambientais e econômicos causados pelo mais extenso vazamento de óleo ocorrido no litoral do nordeste brasileiro, em 2019. Esse caso remete ao fato de que o chamado “pacifismo unilateral”, descrito no PEM 2040, não seja motivo para o descarte de possíveis agressões advindas do ambiente marinho.

Já um terceiro cenário de atuação pode ser estimado em decorrência direta de um possível conflito entre o Brasil e outro ator do sistema internacional, em um conflito convencional. Nesse caso, as plataformas de CMM seriam empregadas para realizar a limpeza de um campo minado plantado pelo inimigo, sendo este localizado no interior da Amazônia Azul⁴⁹, seja com intenção de interromper as LCM, de limitar a movimentação das forças ou, até mesmo, de realizar a negação do uso do mar em determinadas áreas.

4.2 AS CAPACIDADES INERENTES À ARQUITETURA DAS NOVAS GERAÇÕES DE CONTRAMEDIDAS DE MINAGEM NA MARINHA DO BRASIL

Para contrapor-se aos cenários apresentados e seguindo a tendência das principais Marinhas, observa-se que o programa dos futuros meios de CMM abarca quatro projetos distintos que podem ser desenvolvidos separadamente e, após a comprovação de suas capacidades, inerentes ao ambiente operacional de atuação, deverão ser integrados de forma sistêmica.

Cabe ressaltar que os requisitos operacionais são fundamentais para o projeto, pois permitem a modelagem do Ciclo de Vida do Sistema e servem de base para o estudo de viabilidade, desenvolvimento, produção, operação, apoio logístico, manutenção e desfazimento do sistema de defesa (BRASIL, 2019). Por isso, faz-se necessário apresentar uma breve visão dos principais componentes desses projetos, que serão divididos pelos ambientes operacionais em que atuam.

⁴⁹ A *Amazônia Azul*[®] é a região que compreende a superfície do mar, águas sobrejacentes ao leito do mar, solo e subsolo marinhos contidos na extensão atlântica que se projeta a partir do litoral até o limite exterior da Plataforma Continental brasileira. É patrimônio nacional, fonte de riqueza e cobiça, a ser protegido, preservado e explorado, com sustentabilidade.

De início, na operação abaixo da superfície da água, pode-se destacar o UUV, o ROV e o MDV. O UUV mapeia o leito marinho, detecta e identifica possíveis minas. O ROV, controlado por uma embarcação de superfície, confirma a identificação, enquanto o MDV será o responsável por inserir uma carga explosiva nas minas para detonação.

Cabe ressaltar que tanto o ROV quanto o UUV foram e continuam sendo empregados em larga escala nos NCM especializados e, desse modo, já possuem a sua capacidade devidamente comprovada em operações reais e têm como novo desafio a realização da integração com as futuras plataformas a serem utilizadas na superfície da água e no ambiente aéreo. Já o MDV, pressupõe-se que o seu desenvolvimento acarrete desafios e riscos superiores.

Já em relação à operação na superfície da água, é possível citar os USV e os navios-mãe como os principais projetos. Dentro do desenho do programa, os USV seriam responsáveis por realizar mapeamento do leito marinho, patrulha, vigilância, defesa de porto e alguns tipos de CMM.

Para a execução do mapeamento do leito marinho e de levantamentos hidrográficos, o USV deverá possuir um sonar de casco ou ser capaz de rebocar um sonar *side scan*⁵⁰. Para missões que sejam realizadas em tempo de paz, esses dados podem ficar armazenados na embarcação e, posteriormente, serem extraídos para verificação e para tratamento, diferentemente do que acontece nas operações de CMM, nas quais o tempo decorrido entre a coleta e o processamento dos dados é fundamental para o sucesso da missão. Logo, os equipamentos e as formas de comunicação exercem papel fundamental nesse processo.

Já nas patrulhas e defesa de porto, os USV deverão executar ações, de forma autônoma ou controlada, que envolvam a compilação do quadro tático por meio da verificação e da validação de contatos próximos. Assim, serão capazes de realizar ações que envolvam o escalonamento progressivo da força, cinética ou não cinética, compreendendo o espectro da emissão de avisos de alerta, a utilização de canhões d'água e, até mesmo, o uso de armamento letal.

Com relação às operações de CMM, foi provado, ao longo da história, que a caça de minas não é substituída da varredura, pois essa deve atuar de forma complementar. Dessa forma, é desejável que os USV sejam capazes de realizar ambas as operações. Para isso, eles deverão ser capazes de manter o controle, a comunicação, lançar e recolher os ROV e UUV,

⁵⁰ Sonar de varredura lateral (tradução nossa).

bem como realizar o reboque de dispositivos de varredura para a limpeza de uma área ou de um canal a serem limpos.

Em complemento aos dados dos meios que irão operar sobre a superfície, pode-se citar os navios-mãe. Esses meios deverão se manter fora dos limites do campo minado e poderão ser responsáveis por realizar o lançamento e o recolhimento dos USV, UUV, ROV e UAV, de forma direta ou indireta, assim como manter o controle e a comunicação de todos os componentes do projeto, atuando como um sistema dos sistemas.

Com relação ao ambiente aéreo, é importante citar os UAV. Esse componente possui duas formas de atuação. A primeira em relação à vigilância e ao reconhecimento da área de operação, aumentando a capacidade de compilação do quadro tático da força avançada e do incremento da segurança e da consciência situacional das Forças Avançadas.

Por conseguinte, a segunda é orientada para o aumento da capacidade de comunicação dos USV com a plataforma mãe a uma distância além do horizonte. Essa medida visa a proporcionar maior segurança para o navio-mãe, ao ponto que permite a operação desse meio a uma distância maior do que os limites de extensão do campo minado. Outra vantagem pode ser observada em relação ao fato de proporcionar o envio dos dados obtidos pelos USV e por seus componentes, em tempo real, diminuindo, assim, o tempo de análise da missão.

Após ser comprovada a eficácia de todos os projetos citados, de forma individualizada, faz-se necessária a integração entre eles. Esse efeito seria obtido por meio de um “Sistemas de Sistemas”, basicamente um *software* de sistema de comando e controle, capaz de realizar o gerenciamento de todas as fases das missões, que, basicamente, envolvem: a preparação, o planejamento, o lançamento, a supervisão, o recolhimento, bem como a aquisição, o processamento, o armazenamento e o envio de dados, de forma segura e eficaz entre todos os equipamentos autônomos e a estação de controle, que seja o navio-mãe ou, até mesmo, uma estação baseada em terra, a depender da situação de emprego.

5 A DIALÉTICA ENTRE ADQUIRIR E DESENVOLVER OS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS

Após a identificação das plataformas autônomas como a visão de futuro para as operações de CMM, neste capítulo, serão apresentadas as percepções que, porventura, possam ser úteis para o assessoramento da alta administração naval, no que diz respeito às decisões de aquisição ou de desenvolvimento dos SMNT, fundamentais para a aplicação do conceito *stand-off* nas operações de CMM na MB.

O nível político é o responsável pela materialização das orientações governamentais, estabelecendo diretrizes matriciais, disponibilizando recursos e aprovando as opções de desenvolvimento do Ministério da Defesa, obtidas do processamento final da Metodologia do PBC.

A partir das diretrizes do nível político, o Ministério da Defesa, com a participação das Forças Singulares, é responsável pela construção dos insumos. O insumo contém as Possibilidades de Atuação (PA) do poder militar, em um espaço temporal de médio a longo prazo, a concepção de emprego conjunto das Forças Singulares para cada Possibilidade de Atuação considerada, e as Prioridades de Defesa, definidas pelo nível político. (SILVA, 2019, p. 25).⁵¹

As diversas complexidades vividas neste século, associadas às restrições orçamentárias, os fatores políticos e os requisitos operativos defronte às múltiplas ameaças em constante mutação representam alguns dos desafios a serem enfrentados pelos decisores, a respeito da obtenção de sistemas de defesa (WRIGTH, 2006).

Salienta-se que, quanto mais complexo e tecnológico um equipamento demonstra ser, mais complicado torna-se o processo decisório da obtenção, porém aspirando facilitar a análise do problema, pode-se apurar que essa, normalmente, estará pautada em fatores como o custo do equipamento, o tempo disponível para o alcance da capacidade e a maturidade da BID. Sendo assim, a avaliação de risco do empreendimento deve ser uma variável constante de observação na estratégia para obtenção, não podendo ser negligenciado em nenhuma das fases do processo.

Com o intuito de evitar equívocos nessa sistemática, a FIGURA 9 apresenta um fluxograma, contendo uma série de importantes questionamentos, a serem debatidos, que podem servir de suporte para proporcionar a adoção da melhor estratégia de obtenção.

⁵¹ O Planejamento Baseado em Capacidades é um conjunto de procedimentos voltados ao preparo das Forças Armadas, mediante a aquisição de capacidades adequadas aos interesses e necessidades de defesa do Estado, em cenário temporal definido. (SILVA, 2019).

Nesse processo, o autor alude aspectos correlacionados à maturidade da tecnologia para demonstrar a existência de cinco possíveis tendências a serem consideradas na aquisição ou no desenvolvimento de um equipamento de defesa: tendência de produção nacional, tendência de desenvolvimento totalmente nacional, tendência ao desenvolvimento conjunto, tendência à transferência de tecnologia e tendência de aquisição no exterior⁵².

O nível de domínio nacional sobre um dado conjunto de tecnologias, aplicadas aos bens ou serviços que se pretenda contratar, tende a condicionar a escolha da variante mais adequada, dentre as disponíveis para um dado processo de obtenção (SOUZA, 2021).

Dessa forma, visando a obter deduções a respeito da melhor estratégia de obtenção dos SMNT para operações de CMM, nas próximas duas seções, serão discutidas análises sobre os principais componentes expostos na FIGURA 9, porém utilizando-se como arcabouço teórico documentos condicionantes e publicações nacionais e internacionais, que versam sobre a temática de obtenção e da gestão de produtos de defesa.

Ressalta-se que, embora o fator custo possua grande relevância no processo decisório, esse trabalho, por utilizar somente fontes abertas de consulta, não possui a finalidade de realizar análises comparativas com valores reais de equipamentos e de sistemas que compõe cada LA apresentada.

5.1 A TENDÊNCIA PELA AQUISIÇÃO DOS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS

Ao realizar uma análise do fluxograma proposto por Souza (2021), identifica-se que esse tipo de modalidade de obtenção para os produtos de defesa brasileiros, normalmente, decorre de duas hipóteses. Na primeira, o país domina a tecnologia, porém a produção do equipamento não é viável; já na segunda, a nação não domina a tecnologia e não possui interesse em desenvolvê-la.

Nesse contexto, pode-se inferir que a identificação e a implementação da melhor estratégia de obtenção somente poderá ser avaliada mediante a definição da necessidade da capacidade e da aprovação dos requisitos operacionais dos SMNT para a CMM, pois esses

⁵² Embora não esteja contida na referência (SOUZA, 2021), a palavra “exterior”, foi acrescentada para especificar e facilitar o entendimento sobre o local em que será realizada esse tipo de aquisição.

elementos irão influir, diretamente, nos custos e no grau de maturidade tecnológica requerida.

Como contextualização do problema em lide, salienta-se que, atualmente, as operações de CMM na MB são executadas pelos NV classe “Aratu”, meios projetados para realizar varreduras mecânica, magnética, acústica e combinada.

Além dos atuais NV estarem defasados tecnologicamente, destaca-se que, até o presente momento, existe uma lacuna de capacidade em operações de CMM na MB, representada pela não realização da caça de minas. Isso torna o fator tempo para aquisição ou para o desenvolvimento uma importante variável a ser considerada em qualquer estudo realizado.

Vale evidenciar que a transição da varredura para a caça de mina denota uma mudança de doutrina e, por isso, acarreta a necessidade da implementação de novos procedimentos, de capacitação do pessoal para angariar conhecimentos técnicos e específicos de novos equipamentos, de atualização das bases de manutenção dos meios, dentre outras ações de curto, de médio e de longo prazo, fatores que demonstram a iniciativa das ações de forma tempestiva.

Aduz-se que a transição da capacidade de forma convencional, ou seja, passagem dos NV para NCM dedicados, por si só é capaz de apresentar grandes desafios. Dessa forma, depreende-se que a passagem da Varredura, realizada na década de 1970, para a operação de CMM a ser realizada por meio de SMNT autônomos, incorrerão em um desafio de magnitude muito maior.

Nesse sentido, a LA em adquirir os SMNT, principalmente, de um país que seja detentor de uma vasta experiência operativa na caça de minas, torna-se um importante fator de força dessa modalidade de obtenção.

Além disso, a opção pela aquisição possui vantagem no que diz respeito à redução dos custos de obtenção e dos prazos de entrega dos SMNT. Tendo em vista que não seria necessário adicionar os custos e os tempos necessários relativos ao seu desenvolvimento.

Adiciona-se o fato de que os riscos pela escolha da aquisição de um projeto que tenha as suas capacidades comprovadas, tanto em testes, como em operações reais, são muito menores que os riscos envolvidos no desenvolvimento de um projeto totalmente novo.

Salienta-se que o empreendimento do SMNT para as operações de CMM é altamente complexo, pois envolve um número incomensurável de tecnologias disruptivas, que deverão ser capazes de realizar a integração de diversos sistemas para operarem em modo controlado ou autônomo.

Como desvantagem dessa LA, é necessário citar a dependência tecnológica em relação ao fabricante internacional e, com isso, uma possível falta ou demora no fornecimento de sobressalentes e, conseqüentemente, a indisponibilidade do meio por longos períodos, bem como a menor capacidade de manutenção nos diversos escalões a ser realizada em território nacional, influenciando, diretamente, na prontidão das plataformas.

Diante disso, essa LA torna-se realmente vantajosa em projetos que contemplem não somente a aquisição do SMNT, mas que englobe, também, a capacitação do pessoal, bem como a possível transferência de tecnologia ou o desenvolvimento conjunto, conforme serão apresentados na próxima seção.

5.2 A TENDÊNCIA PELO DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS

Conforme apresentado no subitem 5.2, denota-se que o desenvolvimento de um programa completo, que contemple a concepção de todos os projetos, bem como a integração necessária para a utilização de forma eficaz dentro do ambiente operacional, requer o domínio de diversas áreas do conhecimento que permeiam as tecnologias oriundas da Quarta Revolução Industrial, como: mecatrônica, robótica, mineração de dados⁵³, inteligência artificial, internet das coisas⁵⁴, integração de sistemas dentre outras.

É imperioso acentuar que o desenvolvimento do programa é de suma importância estratégica para o país e representa um grande progresso no portfólio de tecnologia da BID. Em face à sua complexidade, caso essa LA seja escolhida, deverá ser precedida por um criterioso estabelecimento de requisitos operacionais e funcionais e por uma rigorosa análise de viabilidade, a fim de mitigar erros nos diversos projetos e sistemas a serem concebidos.

Nenhum Estado pode prescindir de capacidade tecnológica e industrial para o seu desenvolvimento marítimo, o que indiretamente estimula a demanda por matérias-

⁵³ Termo em inglês “data mining”. É processo de encontrar anomalias, padrões e correlações em grandes conjuntos de dados para prever resultados. (SAS, 2023).

⁵⁴ Termo em inglês “Internet of Things (IoT)”. É toda e qualquer tecnologia que possibilita que os mais diferentes objetos se conectem a internet e interajam com ela (BRASIL, 2021).

primas e disponibiliza produtos para comercialização, fornecendo o sustentáculo material para as empreitadas náuticas. (BRASIL, 2020, p. 17).

Com isso, ao seguir o método de obtenção, de forma sistemática, proposto no fluxograma de Souza (2021), identifica-se que esse tipo de categoria de obtenção para os produtos de defesa brasileiros, normalmente, decorre das seguintes condições: o país não domina a tecnologia, porém tem interesse em desenvolvê-la.

A partir dessa condição supracitada, pode-se enveredar por três soluções diferentes: o desenvolvimento totalmente nacional, o desenvolvimento conjunto ou a transferência de tecnologia. O desenvolvimento totalmente nacional ocorre quando a tecnologia a qual se pretende adquirir é negada pelos países que a detêm e estudo de viabilidade do projeto denota que seja possível angariar essa nova capacidade utilizando somente os recursos do país.

O *gap* em PD&I a que o Brasil está submetido se agrava, portanto, em face do cerceamento tecnológico, o que deprecia a soberania brasileira e limita, decisivamente, sua capacidade de dissuasão em defesa e seu potencial como produtor de bens de elevado valor agregado. (SOUZA, 2021, p. 17).

Conforme já mencionado, os ROV e os UUV são empregados de forma dual há algum tempo na indústria do petróleo e do gás. Para esse modelo de obtenção, tais conhecimentos podem ser úteis em termos de experiências pregressas e de tecnologias obtidas para o projeto dos SMNT, tendo como base a utilização do modelo da Hélice Tríplice⁵⁵.

Diferentemente dos ROV e UUV, os demais equipamentos possuem menor apelo para o uso dual, conseqüentemente seus projetos podem gerar menor interesse da indústria na fabricação desses produtos de defesa, principalmente, devido à probabilidade em que a baixa demanda seja incapaz de cobrir os custos de desenvolvimento, tornado a solução inviável economicamente.

Cabe ressaltar que essa desvantagem pode ser mitigada por meio de subsídios à empresa produtora por uma demanda em grande escala ou, até mesmo, por acordos internacionais de venda para outras nações.

Visando minorar os custos de desenvolvimento, encurtar o tempo de desenvolvimento, preencher lacunas de capacidade tecnológicas e diminuir os riscos de projeto, a maioria dos países tem procurado realizar parcerias com outras nações para o

⁵⁵ Conceito desenvolvido por Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff, que é baseada na perspectiva das relações entre Universidades, Empresas e Governo, visando à produção de novos conhecimentos, à inovação tecnológica e ao desenvolvimento econômico (FAN, 2019).

desenvolvimento e para a produção dessas soluções autônomas modulares de alta complexidade.

Devido às atuais condições dos NV classe “Aratu”, aliado à necessidade de grande lapso temporal para o desenvolvimento de uma solução totalmente nacional, essa LA poderá ocasionar uma perda de continuidade e dos conhecimentos adquiridos nas operações de CMM presentes na MB, desde a década de 1960, com a chegada dos NV Classe “Javari”⁵⁶.

Dessa forma, chega-se à segunda solução, o desenvolvimento conjunto, essa tendência, atualmente, utilizada por diversas marinhas para a área de conhecimento em lide, ocorre quando o estudo de viabilidade do projeto aponta não ser possível adquirir essa nova capacidade utilizando somente os recursos do país e quando a BID não possui condições de absorvê-las. Em razão disso, faz-se necessária a busca por possíveis parcerias com outros Estados na tentativa de encontrar soluções que possam complementar essas lacunas de tecnologia existentes. Essa estratégia, quando bem planejada e executada, pode representar um impacto positivo na interoperabilidade, no gerenciamento de suprimentos e no custo do ciclo de vida dos equipamentos.

Porém, caso o teste de viabilidade indique que a BID possui condições de assimilar as capacidades contidas na inovação pretendida, a opção mais indicada passará a ser pela terceira solução apresentada, o desenvolvimento com transferência de tecnologia.

No campo científico-tecnológico, após o estabelecimento de uma parceria internacional e para que ocorra a tão buscada transferência tecnológica, é condição essencial um ambiente favorável à absorção desse conhecimento. Vencida a barreira da possibilidade ou não da construção de parcerias e suas condicionantes, ainda se faz necessário aferir até que ponto a infraestrutura física e o capital intelectual do país encontram-se preparados para absorver e replicar novas tecnologias; mais ainda, em quanto tempo e a que custo se daria esse avanço. (SOUZA, 2021, p. 22).

Nesse viés, é possível citar diversos empreendimentos que possuem esse tipo de modalidade em todas as três Forças Singulares (FS). Na MB, o desenvolvimento do Submarino de Propulsão Nuclear, as Fragatas classe “Tamandaré” e o Navio de Apoio Antártico (NAPAnt). No Exército Brasileiro (EB), o desenvolvimento da nova geração de blindados sobre rodas, baseados no veículo “Guarani”. Na Força Aérea Brasileira (FAB), o projeto FX-BR para obtenção caças “Gripen NG”.

⁵⁶ Somente na década de 1960 tivemos a atenção despertada para a guerra de minas, com o recebimento, dos Estados Unidos, de 4 pequenos varredores costeiros, da classe Javari, que seriam o núcleo em torno do qual criaríamos a Força de Minagem e Varredura quando da sua chegada ao Brasil (VIDIGAL, 1985, p. 102).

Quando da construção de parcerias internacionais para a obtenção de produtos de defesa, a política externa tende a tornar-se fator decisivo, sobrepondo-se a outras condicionantes. Desse modo, as relações diplomáticas ou o (des)alinhamento de perspectivas estratégicas entre nações podem definir o grau de dificuldade que se terá na construção de um acordo de cooperação. (SOUZA, 2021, p. 22).

Com isso, além do Ministério da Defesa, que atua como proponente, executor e coordenador, observa-se diversos outros atores responsáveis pela formulação e pela implementação da política brasileira de obtenção de produtos de defesa, sendo esses diretamente responsáveis pelas definições das prioridades dentro do portfólio de programas estratégicos, pelas seleções de possíveis parceiros para a execução do projeto e por garantir os recursos necessários à sua concretização (SOUZA, 2021).

Cabe mencionar que, em paralelo aos dados apresentados no fluxograma (FIGURA 9), observa-se que a Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa (GCVSD) e a análise dos atributos da capacidade DOPEMAI⁵⁷ possuem importante papel nesse processo decisório.

O GCVSD engloba os princípios e os objetivos de planejar, de obter, de manter e de otimizar as capacidades militares de defesa, considerando desempenho, segurança, qualidade e custo ao longo de todo o Ciclo de Vida. Nesse sentido, o GCVSD promove ações que visam mitigar os riscos inerentes ao projeto, bem como diminuir o espaço temporal de obtenção do equipamento, certificando que os meios obtidos possam cumprir a sua missão com o desempenho, com a segurança, com a qualidade, e com os custos compatíveis com os delineados no projeto (BRASIL, 2019).

Dessa forma, no GCVSD é imperioso acentuar que, independente da decisão de obtenção a ser seguida, faz-se necessário que exista a provisão de um suporte adequado para a plataforma de SMNT durante todo o seu ciclo de vida.

Embora esteja obstatado do escopo desse trabalho, vale mencionar que a análise das capacidades DOPEMAI, dentro do contexto do processo decisório, faz-se extremamente importante, pois é por meio de uma abordagem prescritiva e por meios de processos estruturados de levantamento das necessidades de recursos de doutrina, de organização, de pessoal, de educação, de material, de adestramento e de infraestrutura que poderá ser garantida uma assessoria segura sobre o processo de decisão entre adquirir ou desenvolver os SMNT.

⁵⁷ DOPEMAI – Doutrina, Organização, Pessoal, Educação, Material, Adestramento e Infraestrutura.

Nesse sentido, após análise de um vídeo institucional sobre o SISFORÇA⁵⁸, no qual o Subchefe de Estratégia do Estado-Maior da Armada, Contra-Almirante José Cláudio Oliveira Macedo, realiza a especificação do propósito dessa importante ferramenta, pode-se depreender o quanto essa sistemática possui o potencial de contribuir para o incremento do processo decisório relativo à aquisição ou ao desenvolvimento dos SMNT destinados às operações de CMM.

O SISFORÇA é um conjunto de processos integrados que foram desenvolvidos com o propósito de sistematizar o planejamento da Força Naval, quanto ao dimensionamento e composição das suas capacidades. A iniciativa foi empreendida para conceber uma ferramenta que seja útil para o planejamento e gestão estratégicos, alinhando diretrizes, programas, projetos e ações voltadas para a construção gradual da marinha do futuro, a partir da realidade atual do nosso presente. (MACEDO, 2022).

Como ponto de reflexão, é relevante mencionar que o fator tempo desempenha um papel fundamental na substituição dos atuais Navios Varredores (NV) da classe “Aratu”. O programa conjunto do Reino Unido e da França, pioneiro nessa moderna arquitetura de Caça de Minas, enfrenta atrasos, apesar da participação de países com vasta experiência nessa área. Esse fato ressalta as dificuldades inerentes ao desenvolvimento desse empreendimento e destaca a necessidade de encontrar uma solução adequada e integrada que possa suplantar as necessidades da Marinha do Brasil.

Assim sendo, conclui-se que dado o nível de complexidade, uma decisão de tal magnitude sobre a aquisição ou desenvolvimento dos SMNT, inerente às capacidades a serem adquiridas para contribuir com a missão da MB, requer a aplicação de conceitos teóricos e de experiências práticas relativas às várias áreas do conhecimento, de forma a possibilitar uma solução adequada, integrada e eficiente.

⁵⁸ Sistemática de Planejamento de Força da Marinha do Brasil.

6 CONCLUSÃO

Após uma abrangente análise e uma importante discussão ao longo deste trabalho, foram descritos os requisitos fundamentais que a USN e a RN estão identificando para os futuros meios. Foram apresentados os desafios tecnológicos contidos nesses projetos para a concepção do conceito *stand-off* nas CMM e foi realizada a prospecção das características que, possivelmente, possam ser adequadas às inspirações da Marinha do Brasil (MB), sendo, desta forma, alcançado o objetivo da dissertação.

Em razão da relevância do tema, especialmente diante da proximidade do término do ciclo de vida dos atuais Navios Varredores (NV) classe "Aratu", adquiridos na década de 1970, o trabalho desempenhou um papel relevante na identificação de variáveis importantes para o processo decisório sobre os futuros meios de CMM, a serem adquiridos ou desenvolvidos pela MB, atuando como um catalisador de questionamentos e reflexões.

Nesse sentido, esta dissertação abordou o conceito *stand-off* aplicado às CMM, discorrendo sobre as possibilidades de atuação das plataformas e destacando os principais problemas dos Navios de Contramedidas de Minagem (NCMM) convencionais e das atuais plataformas modulares, culminando com uma visão de futuro para os novos meios.

A projeção de possíveis cenários de emprego das capacidades de CMM e a análise das principais características presentes nos projetos de renomadas marinhas revelaram-se fundamentais para inferir as possíveis necessidades operacionais das futuras plataformas a serem adquiridas ou desenvolvidas pela MB, bem como para a identificação dos desafios tecnológicos necessários para alcançar os objetivos propostos.

Com base nesses fundamentos, chegou-se à conclusão de que importantes marinhas consideram que os conceitos que balizaram a construção das capacidades dos Navios Caça-Minas (NCM) convencionais e dedicados, oriundos das décadas de 1980 e 1990, embora possuam relativo sucesso nas operações em águas jurisdicionais próprias, encontram-se inadequados para as atuais e para as futuras aspirações das principais forças de CMM, e são apontados como deficiências: um alto custo de aquisição, um grande risco para a tripulação ao adentrar no campo minado, uma autonomia reduzida, condições de navegabilidade ruins para mares adversos, pouca capacidade de autodefesa, baixa permanência e uma capacidade de comando e controle insuficiente.

Nesse viés, foram apresentadas as principais características das soluções concebidas pela Marinha dos Estados Unidos (*United States Navy* - USN) e pela Marinha Real do Reino Unido (*Royal Navy* - RN), em relação à próxima geração de meios de guerra naval, proporcionando percepções valiosas para a formalização do arcabouço teórico necessário para a elaboração dos possíveis requisitos a serem utilizados no projeto dos meios de CMM da MB.

Dessa forma, a luz do conceito *stand-off*, essas potências encontram-se em uma fase de transição de tecnologia e de doutrina, com programas, em sua maioria, de forma conjunta com outras nações, visando a mitigar riscos, por meio do compartilhamento de conhecimentos e da superação de desafios tecnológicos que possam ser direcionados para o desenvolvimento de plataformas autônomas de CMM, controladas, lançadas e recolhidas por navios-mãe, permitindo, assim, a diminuição dos Custos Totais de Pesquisa e Desenvolvimento (CPD) do empreendimento.

Com isso, foi realizada uma síntese dos conceitos apresentados, fornecendo as bases para a construção do projeto dos meios de CMM na MB. Da mesma forma, foi efetuada uma análise sistêmica, especialmente, focada na aquisição ou no desenvolvimento desse importante produto estratégico, com o objetivo de reduzir as incertezas no processo de tomada de decisão, visando a alcançar a capacidade pretendida com eficácia e eficiência.

Desse modo, buscou-se compreender e apresentar as principais variáveis que influenciam o processo de tomada de decisão sobre a dialética entre as Linhas de Ação (LA) de adquirir ou de desenvolver Sistemas Marítimos Não Tripulados (SMNT), a serem utilizados nas futuras operações de CMM, na MB. Em suma, demonstrou-se que a decisão entre adquirir ou desenvolver um SMNT para as CMM envolve análises criteriosas de todos os fatores abordados durante a análise realizada. A combinação de informações especializadas, de literatura acadêmica, da análise das capacidades tecnológicas da BID, dos relatórios técnicos dos atuais meios, dos aspectos financeiros, da análise do fator tempo para a implementação da solução, da análise dos custos envolvidos em todo o ciclo de vida do meio, da análise de riscos e da possibilidade de cooperação internacional são algumas das variáveis envolvidas para a verificação de viabilidade desse empreendimento estratégico.

Cabe ressaltar que todas essas variáveis apresentadas devem ser precedidas pelo estabelecimento dos requisitos operacionais bem definidos e ratificados. Somente após esse

importante passo sobre a direção a ser seguida e sobre a sua prioridade dentro dos projetos existentes na força, é que será possível realizar uma abordagem prescritiva por meio de processos estruturados, racionais e com o auxílio de recursos que possam gerar uma assessoria segura sobre o processo de decisão entre adquirir ou desenvolver os SMNT, plataformas essenciais para garantir que a Marinha aprimore as suas capacidades de CMM.

Salienta-se que, a cada momento em que a definição dos requisitos e o estabelecimento concreto de um projeto para a substituição dos atuais NV classe “Aratu” não são colocados em prática, menor será o tempo disponível para realizar a transição de forma suave da capacidade e da doutrina atuais necessárias à operação da próxima geração de plataformas de CMM.

Cumprir evocar que, em tempos de incertezas e de instabilidades geopolíticas, a aquisição ou o desenvolvimento das novas plataformas de CMM são essenciais para evitar a perda de conhecimento adquirido ao longo do tempo, bem como para evitar o surgimento de lacunas na capacidade de defesa que possam colocar em risco a soberania da Amazônia Azul e a segurança da população brasileira. Assim, manter a MB como uma força equilibrada, bem treinada, robusta e bem equipada é fundamental para dissuadir potenciais agressores, para proteger o território e para preservar a paz.

Tendo em vista a intenção de difundir os conhecimentos a um número maior de leitores interessados sobre a temática das CMM, bem como de promover reflexões a respeito das variáveis abordadas sobre esse importante projeto estratégico para a MB, esta dissertação utilizou, somente, fontes abertas de consulta. Face ao exposto, pensando na possibilidade de desenvolvimento futuro, sugere-se, como possível linha de pesquisa, uma análise mais aprofundada sobre fatores como custos envolvidos em todo o ciclo de vida, baseados em dados pressupostos pelos requisitos dos meios a serem adquiridos ou desenvolvidos.

Por fim, como implicações da pesquisa, nesse momento de transição de doutrina, espera-se que as informações e as análises apresentadas neste trabalho contribuam para o avanço dos estudos relacionados à aplicação do conceito *stand-off* nas operações de CMM da MB, auxiliando na manutenção dessa capacidade adquirida, assegurando uma força naval moderna e devidamente, equipada para enfrentar os desafios do cenário naval contemporâneo.

REFERÊNCIAS

BAHTIĆ, Fátima. *Textron to develop US Navy's next-gen mine sweep system for CUSV*, 2023. Disponível em: <<https://www.navaltoday.com/2023/04/10/textron-to-develop-us-navys-next-gen-mine-sweep-system-for-cusv/>> Acesso em: 08 jul. 2023.a

_____. Fátima. *UK's USV hits a milestone in autonomous mine hunting trials*, 2023. Disponível em: <<https://www.navaltoday.com/2023/06/14/uks-usv-hits-a-milestone-in-autonomous-mine-hunting-trials/>>. Acesso em: 05 jul. 2023.b

_____. Fátima. *UK's autonomous minehunter kicks off uncrewed trial ops in the Gulf*, 2023. Disponível em: <<https://www.navaltoday.com/2023/02/16/uks-autonomous-minehunter-kicks-off-uncrewed-trial-ops-in-the-gulf/>> Acesso em: 04 jul. 2023.c

_____. Fátima. *UK's minehunting mothership arrives in Plymouth for conversion work*. Disponível em: <https://www.navaltoday.com/2023/01/31/uks-minehunting-mothership-arrives-in-plymouth-for-conversion-work/?utm_source=rss&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter_2023-02-01> Acesso em: 4 jul. 2023.d

BAE SYSTEM. *The Maritime Mine Counter Measures (MMCM) Programme*. Disponível em: <<https://www.baesystems.com/en/feature/the-maritime-mine-counter-measures-mmcm-programme>>. Acesso em: 09 jul. 2023.

BRASIL, 2023. *Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa*. Disponível em: <<https://www.gov.br/caslode/pt-br/gestao-do-ciclo-de-vida-de-sistemas-de-defesa>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

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

_____. 2020. Marinha do Brasil: Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040), Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040/book.html>. Acesso em: 02 jul. 2023.

_____. Ministério da Defesa. *Glossário das Forças Armadas*. 5a ed., Brasília, D.F., 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md35-G-01-glossario-das-forcas-armadas-5-ed-2015-comalteracoes.pDf/view>> Acesso em 01 jul. 2023.

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

_____. Ministério da Defesa. *Manual de Boas Práticas para a Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa - MD40-M-01*. 1a ed., Brasília, D.F., 2020. 171 p. Disponível em:

<https://www.gov.br/caslode/pt-br/arquivos/gestao-do-ciclo-de-vida-de-sistemas-de-defesa/manual_md_40_m_01_13jan2020.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

_____. *Internet das Coisas: um passeio pelo futuro que já é realidade no dia a dia das pessoas*, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2021/2021/marco/marco/internet-das-coisas-um-passeio-pelo-futuro-que-ja-e-real-no-dia-a-dia-das-pessoas>> Acesso em: 03 jul. 2023.

BRITANNICA. *Persian Gulf War 1990-1991*, 2021. Disponível em: <<https://www.britannica.com/event/Persian-Gulf-War>> Acesso em: 27 jun. 2023.

CARVALHO, Andrea. *Economia no Mar. Ciência Hoje*. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/artigo/economia-do-mar/>>. Acesso em 10 jun. 2023.

COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA. *Convention (IV) respecting the Laws and Customs of War on Land*, 1907. Disponível em: <<https://ihl-databases.icrc.org/ihl/INTRO/195>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

DAU GLOSSARY. *Defense Acquisition University 2020*. Disponível em: <<https://br.search.yahoo.com/search?fr=mcafee&type=E210BR91199G0&p=Defense+Acquisition+University+2020>> Acesso em: 24 jun. 2023.

_____, 2014. *Investigation into the Ratio of Operating and Support Costs to Life-Cycle Costs for DoD Weapon Systems*. Defense Acquisition University, January 2014, Vol. 21 No. 1: 442–464. Disponível em: <https://www.dau.edu/sites/default/files/Migrate/ARJFiles/ARJ68/ARJ68_online-FULL.pdf?Web=1>. Acesso em: 24 jun. 2023.

ECKSTEIN, Megan. 2023. Navy considers non-LCS option for mine countermeasures in 5th Fleet. Disponível em: <<https://www.navytimes.com/naval/2023/01/10/navy-considers-non-lcs-option-for-mine-countermeasures-in-5th-fleet/>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

EUA, 2016. *Joint Force Development. Joint Publication 3-15: Barriers, Obstacles, and Mine Warfare for Joint Operations*. Disponível em: <https://irp.fas.org/doddir/dod/jp3_15.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

_____. *Littoral Combat Ship Class – LCS, 2022*. Disponível em: <<https://www.navy.mil/resources/Fact-Files/Display-FactFiles/Article/2171607/littoral-combat-ship-class-lcs/>> Acesso em: 02 jul 2023.

_____. Mine Countermeasures Ships (MCM): Avenger Class. Disponível em: <<https://www.surfpac.navy.mil/Ships/By-Class/Mine-Countermeasures-Ships-MCM/>>. Acesso em: 09 jul. 2023.

_____. 2023. Navy nears operational capability on LCS counter-mine mission package 2023. Disponível em: <<https://www.navytimes.com/naval/2023/01/31/navy-nears-operational-capability-on-lcs-counter-mine-mission-package/>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

FAN, Ricardo. A hélice tríplice e a inovação aberta, 2019. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/bid/noticia/32314/a-helice-triplice-e-a-inovacao-aberta/>> Acesso em: 03 jul. 2023.

FONSECA, Maurílio Magalhães. Arte Naval: volume I. 1. ed. Rio de Janeiro: Serviços de Documentação da Marinha, 2019. 735p.

GREENERT, Jonathan. Navy 2025: Forward Warfighters. Disponível em: <<https://www.usni.org/magazines/proceedings/2011/december/navy-2025-forward-warfighters>>. Acesso em: 18 jun 2023.

HOOLE, Rob. *The Development of Naval Minewarfare*. 2002. Disponível em: <https://mcdoa.org.uk/Development_of_Minewarfare.htm>. Acesso em: 08 jun. 2023.

KOHAD, Chinmay & KUMAR, Nishant. *State of mines: Future of naval mine warfare in Asia-Pacific*, 2022. Disponível em: <<https://www.janes.com/defence-news/news-detail/state-of-mines-future-of-naval-mine-warfare-in-asia-pacific>> Acesso em: 27 jun. 2023.

MORISON, Samuel. *International Guide to Naval Mine Warfare*. King Communications Group, Inc, 2000. 577p.

NATO, 2013. RTO MEETING PROCEEDINGS 96: Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA418689.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

NAVAL-TODAY. *France's Naval Group clinches Belgian-Dutch minehunter replacement contract*, 2019. Disponível em: <<https://www.navaltoday.com/2019/03/15/frances-naval-group-clinches-belgian-dutch-minehunter-replacement-contract/>>. Acesso em: 08 jul. 2023.

_____. *First minehunter of Belgian-Dutch RMCM program hits the water*, 2023. Disponível em: <<https://www.navaltoday.com/2019/03/15/frances-naval-group-clinches-belgian-dutch-minehunter-replacement-contract/>> Acesso em: 08 jul. 2023.

SCHWARZ, Martin. Future Mine Countermeasures – No Easy Solutions. *Naval War College Review*. v. 67 , n. 3, Art. 20, pp. 123-141. Disponível em: <<https://digital-commons.usnwc.edu/nwc-review/vol67/iss3/20/>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

SAS. *Mineração de Dados: O que é e qual sua importância?* 2023. Disponível em: <https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/mineracao-de-dados.html#dmhistory> Acesso em: 03 jul. 2023.

SHEPHARD NEWS. *US completes MK 18 UUV programme of record*, 2023. Disponível em:<<https://www.shephardmedia.com/news/naval-warfare/us-completes-production-of-mk18-uuv-programme-of-record/>> Acesso em: 04 jul. 2023.

SEBRAE. A 4ª Revolução Industrial e Revolução Industrial 4.0. Disponível em <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/a-4-revolucao-industrial-e-a-industria-40,331980b31e751610VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 18 jun 2023.

SILVA, Charles, 2019. *Planejamento Baseado em Capacidades e suas perspectivas para o Exército Brasileiro*. Disponível em: <<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/CEExArE/article/view/3349/2717>>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SOUZA, Alexandre. *Atores envolvidos na política de obtenção de produtos de defesa e sua organização: uma visão a partir da perspectiva das coalizões de interesse, 2021*. Disponível em: <<https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/9487/1/MO%206404%20-%20MOURA.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2023.

SLD. *Belgian-Dutch rMCM program: New Mine Countermeasure Vessel, 2021*. Disponível em: <<https://sldinfo.com/whitepapers/belgian-dutch-rmcm-program-new-mine-countermeasure-vessel/>>. Acesso em: 08 jul. 2023.

THOMAS, Richard. *Was the US Navy's Littoral Combat Ship a mistake?, 2023*. Disponível em: <<https://www.naval-technology.com/features/was-the-us-navys-littoral-combat-ship-a-mistake/>>. Acesso em: 06 jul. 2023.

TRUVER, Scott C. *Wanted: U.S. Navy Mine Warfare Champion. Naval War College Review.v. 68, n. 2, pp. 116-127*. Disponível em: <<https://digital-commons.usnwc.edu/nwc-review/vol68/iss2/1/>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

_____. *TAKING MINES SERIOUSLY: MODERN NAVAL MINES: Mine Warfare in China's Near Seas*. *Naval War College Review*, Vol. 65, No. 2, Spring:2015. pp. 30-66. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26397286?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents> Acesso em: 21 jun. 2023.

UK. *Defence in a competitive age, 2021*. Disponível em: <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/974661/CP411_-_Defence_Command_Plan.pdf> Acesso em: 08 jul. 2023.

WRIGHT, Elisabeth. *Twenty First Century Defense Acquisition: Challenges and Opportunities, 2006*. Disponível em: <<http://connections-qj.org/article/twenty-first-century-defense-acquisition-challenges-and-opportunities-0>>. Acesso em: 15 jul. 2023.

ANEXO A

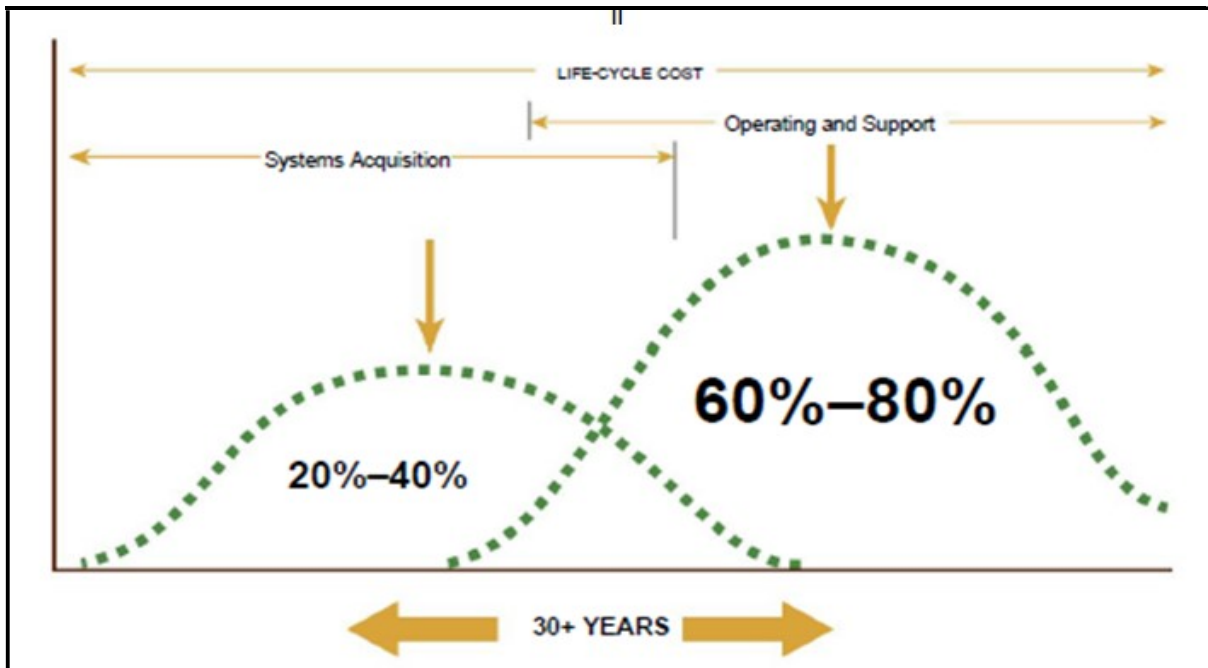


FIGURA 1 - Custos do Ciclo de Vida de Equipamentos de Defesa.

Fonte: DAU GLOSSARY. *Investigation into the Ratio of Operating and Support Costs to Life-Cycle Costs for DoD Weapon Systems*. Disponível em:

<https://www.dau.edu/sites/default/files/Migrate/ARJFiles/ARJ68/ARJ68_online-FULL.pdf?Web=1> Acesso em: 24 jun 2023.

ANEXO B



FIGURA 2 - Sistema de Conamedidas de Minagem em desenvolvimento pela Bélgica e Holanda.
Fonte: NAVAL-TODAY. *France's Naval Group clinches Belgian-Dutch minehunter replacement contract.*
Disponível em: <<https://www.navaltoday.com/2019/03/15/frances-naval-group-clinches-belgian-dutch-minehunter-replacement-contract/>> Acesso em: 08 jul. 2023.

ANEXO C

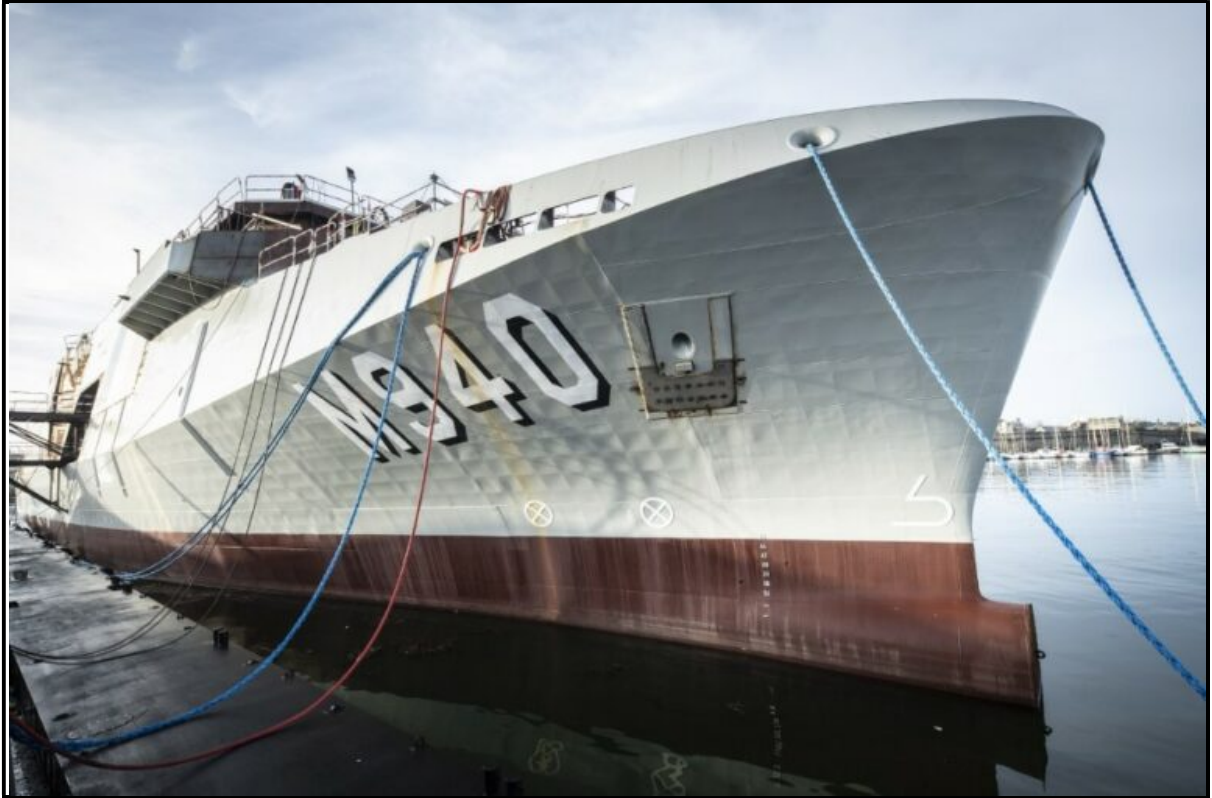


FIGURA 3 - Lançamento na água do primeiro Navio Caça-Minas (NCM **Oostende**) do programa Belga-Holandês.
Fonte: NAVAL-TODAY. *First minehunter of Belgian-Dutch RMCM program hits the water*. Disponível em:
<https://www.navaltoday.com/2023/03/29/first-minehunter-of-belgian-dutch-rmcm-program-hits-the-water/?utm_source=navaltoday&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter_2023-03-31> Acesso em:
08 jul. 2023.

ANEXO D



FIGURA 4 – Veículo Subaquático Autônomo (*Unmanned Underwater Vehicle – UUV*) MK 18 da Marinha dos Estados Unidos da América (*United States Navy – USN*).

Fonte: SHEPHARD NEWS. *USN asks Hydroid for MK 18 payload upgrade hardware*. Disponível em: <<https://www.shephardmedia.com/news/naval-warfare/usn-asks-hydroid-mk-18-payload-upgrade-hardware/>> Acesso em 04 jul. 2023.

ANEXO E



FIGURA 5 - Embarcação de Superfície Comum Não Tripulada (**Common Unmanned Surface Vessel - CUSV**).
Fonte: NAVAL-TODAY. *Textron to develop US Navy's next-gen mine sweep system for CUSV*. Disponível em:
<<https://www.navaltoday.com/2023/04/10/textron-to-develop-us-navys-next-gen-mine-sweep-system-for-cusv/>> Acesso em: 08 jul. 2023.

ANEXO F

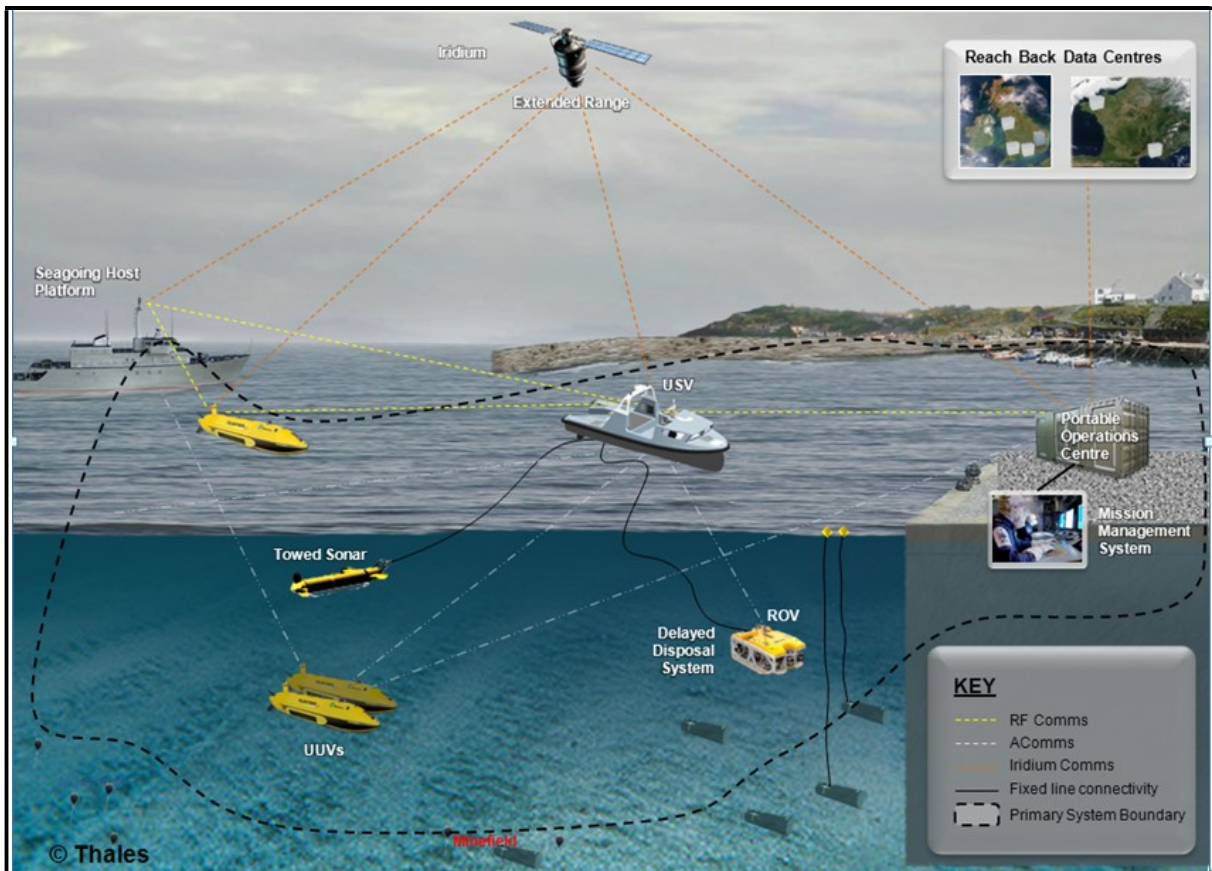


FIGURA 6 - Sistema de Contramedidas de Minagem em desenvolvimento pela França e Reino Unido.

Fonte: BAE SYSTEM. *The Maritime Mine Counter Measures (MMCM) Programme*. Disponível em:

<<https://www.baesystems.com/en/feature/the-maritime-mine-counter-measures-mmcm-programme>> Acesso em: 09 jul. 2023.

ANEXO G



FIGURA 7 - Royal Navy Motor Boat (RNMB) Harrier

Fonte: BAHTIĆ, Fátima, 2023.c. *UK's autonomous minehunter kicks off uncrewed trial ops in the Gulf*. Disponível em: <<https://www.navaltoday.com/2023/02/16/uks-autonomous-minehunter-kicks-off-uncrewed-trial-ops-in-the-gulf/>> Acesso em: 04 jul. 2023.

ANEXO H



FIGURA 8 - *MV Island Crown* (futuro navio-mãe das plataformas autônomas de Contramedidas de Minagem da Marinha do Reino Unido).

Fonte: BAHTIĆ, Fátima, 2023.d. *UK's minehunting mothership arrives in Plymouth for conversion work.*

Disponível em: <https://www.navaltoday.com/2023/01/31/uks-minehunting-mothership-arrives-in-plymouth-for-conversion-work/?utm_source=rss&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter_2023-02-01> Acesso em: 4 jul. 2023.

ANEXO I

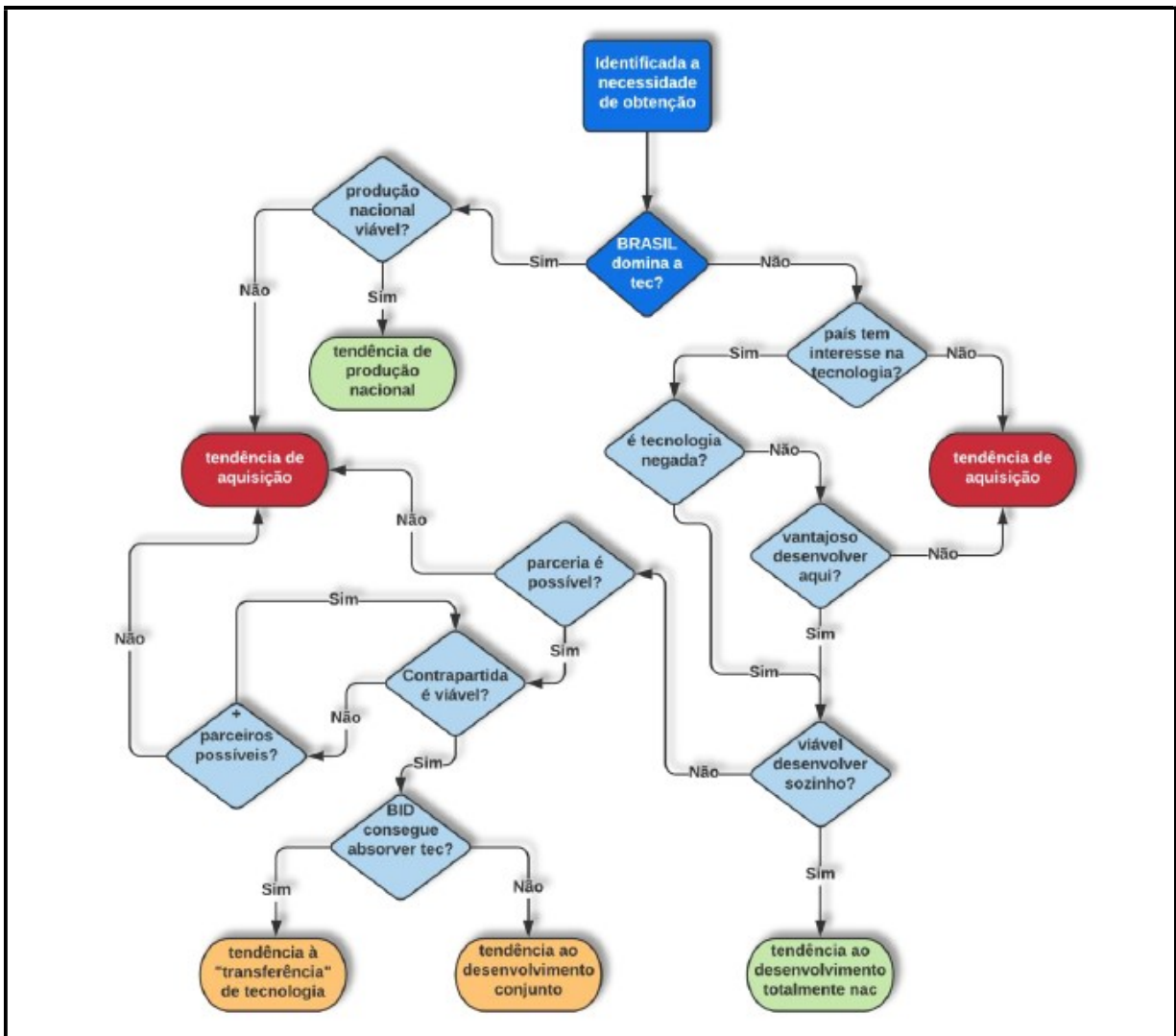


FIGURA 9 - Fluxograma de Aquisição ou Desenvolvimento de um Produto de Defesa.

Fonte: SOUZA, Alexandre. 2021. Atores envolvidos na política de obtenção de produtos de defesa e sua organização: uma visão a partir da perspectiva das coalizões de interesse. Disponível em:

<<https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/9487/1/MO%206404%20-%20MOURA.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2023.