



REVISTA

www.mar.mil.br/caaml

PASSADIÇO



Edição 45

Ano XXXVIII

2025



A REVISTA DA SUPERFÍCIE



TÁTICA DE MATILHA 4.0
A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AUTÔNOMOS E
O FUTURO DO COMBATE NO MAR

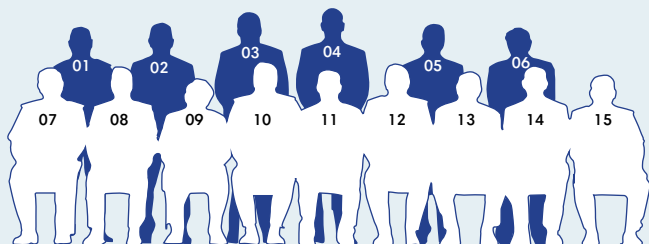
**CLASSE TAMANDARÉ
E NDM OIAPOQUE**
FORTALECENDO O NÚCLEO DO PODER NAVAL

CAAML - 82 ANOS ADESTRANDO EM TERRA E NO MAR



Vice-Almirante
ANTONIO CARLOS CAMBRA
Comandante em Chefe da Esquadra

07 AE Paulo César Bittencourt Ferreira



COMANDANTES

CC	Luiz Octavio Brasil	06/12/1943
CC	Ernesto de Mello Baptista	24/01/1944
CC	José Luiz de Araujo Goyano	21/08/1945
CC	Helio Leoncio Martins	06/03/1950
CC	Oswaldo de Assumpção Moura	07/12/1951
CC	Herick Marques Caminha	04/04/1953
CC	Luiz da Motta Veiga	22/02/1954
CC	Luiz Affonso Kuntz Parga Nina	10/04/1956
CF	João Carlos Palhares dos Santos	21/05/1958
CF	Luiz Edmundo Cazes Marcondes	06/05/1959
CC	Milton Ribeiro de Carvalho	04/04/1960
CF	Paulo Berenger Sobral	01/07/1960
CF	José da Silva Sá Earp	20/05/1961
CC	Jayme Adolpho Cunha da Gama	29/12/1961
CF	Carlos Borba	26/03/1962
CF	Afrânio Pinho dos Santos	05/04/1963
CF	Ney Parente da Costa	24/03/1965
CF	José Felipe Figueira Martins	11/04/1966
CF	Nelson de Albuquerque Wanderley	25/10/1966
CC	Edson Ferracciú	10/03/1967
CC	Antonio Eduardo Cezar de Andrade	09/06/1967
CMG	Alfredo Karam	18/07/1967
CF	Alex Hennig Bastos	11/10/1968
CF	João Baptista Torrents Gomes Pereira	26/11/1968
CF	Mauro Affonso Gomes Lages	13/02/1970
CMG	Milton Ribeiro de Carvalho	13/03/1970
CF	Odyr Marques Buarque de Gusmão	01/06/1971
CMG	Nelson de Albuquerque Wanderley	09/03/1972
CMG / CAIte	José Maria do Amaral Oliveira	12/07/1973
CF	Airton Cardoso de Souza	30/04/1975
CMG	Alex Hennig Bastos	16/05/1975
CF	Airton Cardoso de Souza	28/12/1976
CMG	Claudio José Correa Lamego	18/02/1977
CMG	Leonido de Carvalho Pinto	16/03/1979
CMG	Edir Rodrigues de Oliveira	21/05/1981
CMG	Augusto Cesar da Silveira Carvalhêdo	31/08/1983
CMG / CAIte	Roberto de Oliveira Coimbra	14/09/1984
06	CF Américo Annibal de Abreu	09/04/1985
CMG / CAIte	Waldemar Nicolau Canellas Junior	25/04/1985
CMG / CAIte	Sergio Martins Ribeiro	05/05/1986
09	CMG / CAIte José Alberto Accioly Fragelli	19/04/1988
CMG / CAIte	Augusto Sérgio Ozório	24/08/1989
13	CMG / CAIte Jeronymo F. Mac Dowell Gonçalves	23/04/1991
CMG / CAIte	Newton Righi Vieira	03/12/1992
CMG	Delcio Machado de Lima	12/04/1994
CMG	Luiz Augusto Correia	12/01/1996
CMG	Francisco Abdoral Rocha Coêlho	10/02/1998
CF	Sérgio Luiz Coutinho (interino)	24/09/1999
CMG	Antônio Alberto Marinho Nigro	31/01/2000
CF	José Edenizar Tavares de Almeida Júnior (interino)	31/08/2000
05	CMG José Geraldo Fernandes Nunes	12/09/2000
CMG / CAIte	Arnaldo de Mesquita Bittencourt Filho	31/01/2003
CMG	Gilberto Rodrigues Ornelas (interino)	09/02/2004
04	CMG Nelson Garrone Palma Velloso	26/04/2004
11	CMG Ilques Barbosa Junior	14/01/2005
08	CMG / CAIte Luiz Henrique Caroli	04/01/2007
14	CMG Alipio Jorge Rodrigues da Silva	08/01/2008
CMG	Fernando Antonio Araújo de Figueiredo	27/01/2010
CMG	Renato Batista de Melo	19/01/2012
10	CMG Claudio Henrique Mello de Almeida	25/03/2013
03	CMG Sergio Fernando de Amaral Chaves Junior	20/03/2014
12	CMG / CAIte Eduardo Machado Vazquez	24/07/2015
02	CMG Eduardo Augusto Wieland	18/04/2016
CMG	Antonio Carlos Cambra	27/10/2017
15	CMG Marcelo Menezes Cardoso	31/01/2019
CMG	Alexandre Taumaturgo Pavoni	25/03/2020
CMG	Paulo Roberto Blanco Ozorio	11/03/2022
01	CMG Raphael Annechino Marques	05/03/2024

EDITORIAL

Prezados Leitores,

Sejam bem-vindos à 45ª edição da Revista “Passadiço”, importante e tradicional periódico que, desde as suas primeiras edições, busca difundir temas e conhecimentos, em especial, voltados às ações de superfície. Esta edição está repleta de artigos com análises e considerações em diversos níveis — estratégico, operacional e tático —, além de apresentar uma contribuição para a melhor capacitação dos militares a bordo dos meios da Esquadra.

O Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão, que tem o propósito de contribuir na capacitação do pessoal para o combate no mar, a bordo dos meios navais da Marinha do Brasil, ao completar 82 anos, vem buscando estar no nível de excelência exigido na preparação dos homens e das mulheres do mar, seja nos adestramentos, nas instruções, nos cursos ou nas inspeções operativas com vistas à verificação das capacidades e do desempenho das unidades de superfície da Esquadra, além de apoiar as inspeções dos meios da Diretoria de Hidrografia e Navegação e dos Distritos Navais.

Os desafios apresentados nos dias de hoje, que estão moldando o cenário geopolítico — sejam pelas disputas regionais que apresentam novas interações entre as nações ou pelas disputas por recursos que estão redesenhando alianças e o ambiente mundial — político, econômico e militar —, proporcionaram aos nossos colaboradores artigos com um fluxo de ideias perspicazes, que favorecem melhor preparo do nosso pessoal para a defesa do nosso mar.

Assim, esta edição oferece um mosaico de análises sobre doutrinas e estratégias, reflexões sobre tendências e inovações tecnológicas e compreensões sobre os desafios e oportunidades que o ambiente marítimo apresenta ao Brasil.

Cabe, ainda, o reconhecimento e um agradecimento especial aos nossos parceiros e patrocinadores, que, com um suporte valioso, viabilizaram a concretização deste projeto, pois compreenderam a relevância de investir na disseminação de conhecimentos estratégicos essenciais à defesa e ao desenvolvimento da nossa Amazônia Azul. Aos colaboradores e incentivadores da “Passadiço”, expressamos o nosso muito obrigado!

Convidamos todos a embarcar em nossas páginas e a desfrutar da navegação pelas águas do conhecimento do Poder Naval.

Boa leitura a todos!



RAPHAEL ANNECHINO MARQUES
Capitão de Mar e Guerra
Comandante





Nossa Capa:

Composição fotográfica que destaca os novos meios da Marinha do Brasil em formação, simbolizando a integração entre Tecnologia e Poder Naval.

Publicação Anual do Centro de Adestramento

Almirante Marques de Leão

Ilha de Mocanguê, s/nº – Ponta da Areia

Niterói – Rio de Janeiro – CEP 24040-300

Tel.: 55 - 21 - 2189-1363

Versão Eletrônica:

<https://www.marinha.mil.br/caaml/?q=revista-passadico>

Presidência do Conselho Editorial

Gilberto Filippi de Vasconcellos

Capitão de Fragata

Imediato

Editor-Chefe

Fabio Mauricio Laprovita Oliveira

Capitão de Fragata

Chefe do Departamento de Estudos e Pesquisas

Colaboradores

CT Wilson Pereira de Lima Neto

CT Matheus Lima de Souza

SO (ET-RM1) João Batista Lima Saraiva

1ºSG-AV-VS Ricardo Moreira Gago

3ºSG-SI Jonathan Maciel Moreira

3ºSG-MA Victor Cesar Ramos da Silva

Arte final e produção gráfica

SO-MA Francisco Fernandes Severiano Filho

Revisão

ABNT - 2T (RM2-T) Nathalia Rosária Alves da Silva

O CAAML agradece especialmente a todas as organizações que tornaram possível esta edição:

Patrocinadoras – Praticagem Alagoas, Grupo CBO Holding S.A., **OMNISYS/THALES** Engenharia, **SKM** Engenharia de Automação, **ECONSIG**, **EMGEPRON** - Empresa Gerencial de Projetos Navais, **AMN** - Abrigo do Marinheiro, **Praticagem Maranhão**, **SETMAR** Service LTDA, **AEL** Sistemas S.A., **CEMA** Hospital Especializado Limitada, Centro Universitário Vale do Rio Verde - **UNINCOR** e **MAPMA** Seguros e Benefícios.

Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem, necessariamente, a opinião do CAAML.

Visite nosso site: <https://www.marinha.mil.br/caaml/>

E-mail: caaml.passadico@marinha.mil.br

REVISTA

PASSADICO

ANO XXXVIII • NÚMERO 45 • 2025 • ISSN 1678-622X

SUMÁRIO

ARTIGOS PREMIADOS

- 10 Tática de Matilha 4.0: A Evolução dos Sistemas Autônomos e o Futuro do Combate no Mar
- 18 Fragatas Classe Tamandaré já são o Futuro?
- 22 Proteção de Infraestruturas Críticas Submarinas: Contexto, Desafios e Lições Aprendidas
- 28 Proteção de Meios Navais na era dos Drones: Lições da Guerra da Ucrânia para a Marinha do Brasil
- 34 Lições da Guerra Naval no Mar Negro para o Futuro do Combate Naval

ENTREVISTA

- 04 Entrevista com o Almirante de Esquadra **Paulo Ferreira**
A modernização e a capacitação permanente da força: A prontidão da MB para atender a Evolução do Combate Moderno

ARTIGOS INTERNOS

- 40 Inteligência Artificial nas Operações Navais: Aplicações nos Conflitos Tecnológicos Atuais
- 48 A Guerra Híbrida e suas Implicações para a Estratégia de Defesa Marítima do Brasil
- 54 Admirável Mundo Novo: Controle de Avarias, Inteligência Artificial e Heurística
- 70 O Emprego de SARP em Combate: Lições do Conflito Rússia-Ucrânia, Desafios e Oportunidades para a Marinha do Brasil
- 78 *Seabed Warfare*: A Nova Fronteira dos Conflitos Navais
- 82 O Conceito de “GRUHELO” na Guerra Antissuperfície
- 86 Classe Tamandaré e NDM Oiapoque: Fortalecendo o núcleo do Poder Naval

SEÇÕES

- 66 Atividades da Esquadra
- 68 Eventos do CAAML
- 96 CAAML em Números

PRÊMIOS

- 76 Prêmio Contato CNTM
- 94 Troféus oferecidos pelo CAAML

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

ABRIGO DO MARINHEIRO

NAVEGANDO COM VOCÊ
EM TODOS OS MOMENTOS
DA SUA VIDA

+ de 160 MIL
ASSOCIADOS

BENEFÍCIOS

PLANOS DE SAÚDE | ESCOLAS
FARMÁCIAS | E MUITO MAIS

CONVÊNIOS

EM TODO O PAÍS



ACESSE O
NOSSO SITE



@ABRIGODOMARINHEIRO

A MODERNIZAÇÃO E A CAPACITAÇÃO PERMANENTE DA FORÇA

A prontidão da MB para atender a Evolução do Combate Moderno

Entrevista com o Almirante de Esquadra
PAULO CÉSAR BITTENCOURT FERREIRA
Chefe de Assuntos Estratégicos do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas

O Almirante de Esquadra PAULO CÉSAR BITTENCOURT FERREIRA, nascido em 3 de junho de 1967, natural de Parnamirim (RN), exerceu, ao longo de sua carreira, diversos cargos na Marinha do Brasil (MB). Dentre os principais, destacam-se: Comandante do Navio-Patrolha “Bocaina”, Comandante do 2º Esquadrão de Escolta, Chefe do Gabinete do Comandante de Operações Navais, Imediato da Escola Naval, Chefe do Estado-Maior da Esquadra, Diretor da Escola de Guerra Naval, Comandante do 6º Distrito Naval, Chefe do Gabinete do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas, Comandante em Chefe da Esquadra e, atualmente, Chefe de Assuntos Estratégicos do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas.

Com mais de quatro décadas de serviço dedicadas à Marinha do Brasil e um currículo profissional que alia sólida formação acadêmica, extensa experiência operacional e expressiva atuação estratégica, a entrevista a seguir revela a visão do Almirante de Esquadra PAULO FERREIRA sobre os desafios contemporâneos da defesa nacional, a capacitação de militares e os rumos da Marinha do Brasil para o futuro.



01 Almirante, a MB tem, como Visão de Futuro, ser “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”. Quais iniciativas estão hoje em curso para transformar essa visão em realidade concreta?

Almirante Paulo Ferreira: Nosso País possui cerca de 7.500 km de costa, mais de 20 mil km de rios navegáveis, área marítima a ser protegida de 5,7 milhões de km² - a Amazônia Azul - e, por conta de compromissos internacionais, é responsável por uma área de busca e salvamento (SAR) equivalente a uma vez e meia o tamanho de nosso território. Tais dimensões representam bem o desafio da Marinha do Brasil, que precisa se manter pronta para cumprir as tarefas constitucionais e aquelas subsidiárias. Para isso, precisa dispor de capacidades, meios e adestramento adequados, de forma a dissuadir ameaças que venham a se contrapor a nossos interesses.

Focada na sua visão de futuro, analisando o ambiente operacional e potenciais ameaças, a Força promulgou o Plano Estratégico da Marinha (PEM): documento de alto nível que consolida suas necessidades por meio dos Programas Estratégicos. Dentre as iniciativas em curso no portfólio de tais programas, ressalto:



FONTE: Marinha do Brasil

- **Modernização do Poder Naval:** Avançamos em programas estruturantes como o PROSUB (Programa de Submarinos) e a Fragata Classe “Tamarandé”, com importantes marcos ao longo de 2025.
- **Independência Tecnológica e Inovação:** Fomentamos parcerias com o setor industrial e tecnológico nacional, por meio da Base Industrial de Defesa (BID), em iniciativas como a construção nacional de navios e o desenvolvimento de sensores navais.
- **Capacitação:** Buscamos, permanentemente, manter os currículos dos cursos de formação e aperfeiçoamento atualizados, com foco em competências digitais, pensamento crítico e reestruturação doutrinária, acompanhando a evolução do combate moderno.

02 A chamada Amazônia Azul, com seus mais de 5,7 milhões de km², representa um verdadeiro patrimônio estratégico do Brasil. O recente reconhecimento internacional da ampliação da plataforma continental brasileira na Margem Equatorial representa um marco histórico, acrescentando cerca de 360 mil km² ao território marítimo do país. Que benefícios essa conquista trará para o Brasil e quais são os principais desafios operacionais e estratégicos para a Marinha nesse novo espaço sob jurisdição?

Almirante Paulo Ferreira: Em um mundo cada vez mais competitivo por recursos naturais, o reconhecimento internacional de aproximadamente 360 mil km²

adicionais à plataforma continental brasileira, especificamente na Margem Equatorial, representa não apenas a consolidação da soberania sobre novas áreas de exploração econômica, mas também a ampliação da responsabilidade da Marinha do Brasil na defesa desse vasto domínio marítimo. Dentre os benefícios esperados estão:

- Potencial para exploração sustentável de recursos energéticos (inclusive petróleo e gás) e minerais estratégicos;
- Maior projeção geopolítica do Brasil na governança dos espaços oceânicos; e
- Fortalecimento da Economia Azul, com impacto direto para a sociedade, em setores como pesca, pesquisa e biotecnologia marinha.

Com relação aos principais desafios para a MB, destaco a importância em ampliar a capacidade de patrulhamento e presença na região, além da necessidade de integração de sensores e sistemas de monitoramento em tempo real. Precisamos, de fato, demonstrar que essa imensa área marítima nos pertence, seja por meio do exercício da soberania, seja contribuindo para uma exploração sustentável dos inúmeros recursos existentes.

Recursos advindos do uso adequado dessas áreas podem se reverter em investimentos nas regiões costeiras adjacentes, contribuindo para melhorar a qualidade de vida da população brasileira.

03 A Marinha vem conduzindo importantes programas de reequipamento, como o PROSUB, as Fragatas da Classe “Tamandaré” e os investimentos em tecnologia da informação, sensoriamento remoto e comando e controle. Qual é o estado atual desses projetos e como eles se articulam com a Doutrina de Emprego da Força Naval?

Almirante Paulo Ferreira: O PROSUB, em parceria com a França, segue atingindo suas metas estabelecidas, com a incorporação dos submarinos da Classe “Riachuelo”, em busca do propósito maior que é lançar o Submarino Convencional com Propulsão Nuclear “Álvaro Alberto”. Este ano, reforço os seguintes marcos: entrega do Submarino “Tonelero” e lançamento ao mar do Submarino “Alte Karam”.

O Programa Fragatas Classe “Tamandaré”, por sua vez, encontra-se com a primeira unidade em fase final de construção no estaleiro de Itajaí, com previsão de entrega para março de 2026. No corrente ano, ressaltado o batimento de quilha da Fragata “Cunha Moreira” e o lançamento ao mar da Fragata “Jerônimo de Albuquerque”.

Além disso, a incorporação de modernos helicópteros ampliará nossas capacidades, com as seguintes entregas previstas para 2025:

- Projeto H-XBR - entrega da 15ª aeronave (modelo AH-15B), última aeronave do projeto; e
- Projeto TH-X - primeira unidade foi entregue em maio de 2025, em Itajubá-MG. Existe, ainda, a previsão de entrega de mais duas aeronaves este ano, no total de 15 aeronaves.

No âmbito do SISGAAz, está prevista a entrega da primeira Unidade de Vigilância em dezembro de 2025, a ser instalada no Farol de Castelhanos, na Ilha Grande.



FONTE: Marinha do Brasil

Em alguns anos, teremos uma Esquadra mais moderna, contando com meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais com considerável poder de combate. As guerras que ora ocorrem em várias partes do mundo demonstram a necessidade de não descansarmos, enquanto não possuímos inventário atualizado, com capacitação adequada e doutrina compatível.

Daí advém, também, a importância de que os Programas de Submarinos e das Fragatas Classe “Tamandaré” sejam mantidos em ritmos constantes e que possam prover o quantitativo de meios necessários, de acordo com o nosso Plano de Configuração da Força.

04 O combate moderno exige capacidades em guerra eletrônica, cibernética, operações em rede e o uso de sistemas não tripulados. Quais são as principais apostas da Marinha do Brasil em termos de inovação e transformação digital para manter sua eficácia e superioridade no ambiente operacional do futuro?

Almirante Paulo Ferreira: A natureza do combate naval tem evoluído de forma acelerada, exigindo que as Forças Navais desenvolvam e integrem capacidades avançadas em guerra eletrônica, cibernética, operações em rede e sistemas não tripulados. A MB, consciente dessa transformação, tem empreendido esforços consistentes para manter sua eficácia e relevância no futuro ambiente operacional. Destaco, a seguir, as principais linhas de ação em curso no campo da inovação e transformação digital:

- Desenvolvimento de Capacidades de Guerra Cibernética: a MB tem fortalecido sua infraestrutura de defesa cibernética com a criação do Esquadrão de Guerra Cibernética e do Centro de Operações de Proteção Cibernética e Conectividade, atuando em sinergia com o Comando de Defesa Cibernética do Ministério da Defesa, contribuindo para a resiliência cibernética da Força Naval em operações conjuntas.

- Ampliação da Capacidade de Guerra Eletrônica (GE): novos sistemas embarcados em plataformas como as Fragatas da Classe “Tamandaré” contemplam subsistemas de detecção e contramedidas

eletrônicas, alinhados com padrões internacionais. Além disso, está em curso o fortalecimento do Centro de Guerra Acústica e Eletrônica da Marinha (CGAEM), com foco na doutrina, capacitação técnica e testes operacionais de sistemas de GE.

- O desenvolvimento do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) será uma peça-chave na coleta, processamento e disseminação de informações em tempo real sobre o tráfego e ameaças em nossas águas jurisdicionais e áreas de interesse.

Essas iniciativas são exemplos do compromisso da MB com sua transformação digital e com a construção de uma força tecnologicamente moderna, capaz de operar de forma eficaz em um ambiente de ameaças multidimensionais.

05 Vivemos hoje um cenário internacional de instabilidade crescente, com conflitos na Europa, Oriente Médio e tensões no Indo-Pacífico. Como o senhor avalia o impacto desse contexto geopolítico sobre o nível de prontidão e aprestamento exigido da Marinha do Brasil?

Almirante Paulo Ferreira: A instabilidade geopolítica atual, com o prolongamento do conflito na Ucrânia, tensões crescentes no Mar do Sul da China e Oriente Médio, reforça a necessidade de uma Marinha em constante estado de prontidão. Como resposta, a MB intensifica exercícios de adestramento com foco nos diversos ambientes de guerra, com a participação em operações multinacionais, como no Atlântico Sul e Caribe. Nosso propósito é manter a capacidade de pronta resposta a ameaças simétricas e assimétricas.

Além disso, continuamos a empregar nosso poder naval em missões envolvendo a diplomacia naval, visitando portos no exterior, conduzindo adestramento com marinhas de nosso entorno estratégico e reafirmando nossa consolidada imagem de profissionalismo e credibilidade. Dentro de um ambiente internacional extremamente volátil, buscamos nos preparar diuturnamente e cooperar com nações amigas com quem comungamos valores e interesses.

Ressalta-se a necessidade de previsibilidade orçamentária na continuidade de nossos Programas Estratégicos e na própria manutenção de nosso atual

“A MB INTENSIFICA EXERCÍCIOS DE ADESTRAMENTO COM FOCO NOS DIVERSOS AMBIENTES DE GUERRA, COM A PARTICIPAÇÃO EM OPERAÇÕES MULTINACIONAIS”

inventário. Em um mundo que vive uma corrida armamentista, insumos de defesa passam a demandar tempos maiores de aquisição, impondo um planejamento de médio e longo prazo para encomenda. A produção de meios aqui no Brasil nos permite reduzir a dependência do exterior, à medida que formamos um parque de manutenção apoiado na BID.

06 Em missões de apoio à Política Externa — como as realizadas em Angola, no Haiti e no Líbano — a Marinha demonstrou expressiva capacidade de atuação internacional. A partir dessas experiências, qual é a importância da interoperabilidade com marinhas amigas, e de que forma ela fortalece a capacidade de resposta da MB?

Almirante Paulo Ferreira: A participação da MB em missões da ONU e em operações multinacionais demonstrou a importância da interoperabilidade doutrinária, técnica e humana. Acima de tudo, comprovou nossa capacidade em apoiar organismos multilaterais que buscam a estabilidade global. Hoje temos Centros importantes que capacitam e requalificam nossos militares no Brasil para missões de paz. Destaco três benefícios centrais:

- Aprendizado operacional e logístico;
- Aperfeiçoamento do comando e controle multinacional; e
- Consolidação do Brasil como ator relevante em missões de paz e cooperação internacional.

Em suma, tais participações trouxeram ganhos de toda a ordem para nossas capacidades, além de contribuir para projetar a imagem do País no concerto das nações, conforme previsto nos documentos de alto nível na área da Defesa.

07 Considerando a entrada em operação das Fragatas da Classe “Tamandaré” — um dos projetos mais sofisticados da Marinha — como o processo de formação das tripulações tem sido adaptado para atender aos altos requisitos tecnológicos e operacionais desses novos meios?

Almirante Paulo Ferreira: Cerca de 50 anos atrás vivemos uma mudança semelhante, com a chegada das Fragatas da Classe “Niterói”. Tais meios trouxeram tecnologias modernas, novas exigências logísticas, capacitações diferenciadas e capacidades operacionais. Esses meios navais cumprem a missão até os dias de hoje, por conta de um excelente processo de incorporação e devido a uma adequada preparação da MB envolvendo distintos setores. E agora não será diferente.

O processo de capacitação das tripulações da Classe “Tamandaré” é conduzido de forma progressiva e integrada, em sinergia com a empresa *thyssenkrupp*. Esses meios exigem não apenas conhecimento técnico, mas também mentalidade adaptativa e domínio da tecnologia de ponta. Destaco a necessidade de emprego de simuladores de última geração para o treinamento e o ensino baseado em cenários, com ênfase em guerra multidomínio. São avanços importantes que permitirão significativo crescimento operacional para nossa Esquadra.

Dotar a Esquadra de meios modernos não só fortalece nosso Poder Naval, mas traz um fator motivacional relevante para as tripulações que os guarnecerão. Tenho a convicção de que as atuais gerações de Oficiais e Praças, operadores e mantenedores, vivem uma oportunidade ímpar, pois terão a chance de conduzir sistemas no estado da arte.

08 Como o senhor avalia, hoje, o papel do Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML) na preparação tática das tripulações, especialmente diante da renovação e modernização dos meios navais da Esquadra?

Almirante Paulo Ferreira: Sou suspeito para dizer, pois desde muito novo frequentei os simuladores do CAAML. Lá me qualifiquei para servir a bordo dos Navios, na Guerra Antissubmarino, no Controle Aéreo Tá-

“O FUTURO BATE À NOSSA PORTA E EXIGE CONSTANTE MOTIVAÇÃO E COMPROMETIMENTO”

tico e nos diversos ambientes de guerra. O Centro foi fundamental na capacitação das tripulações dos nossos meios ao longo dos últimos anos, e permanece com essa responsabilidade. O CAAML está consolidado como um centro de excelência para a prontidão operacional da Esquadra. Com os investimentos recentes, o CAAML passou a contar com simuladores modernos, replicando os

existentes nos Navios, e a conduzir simulações complexas de guerra eletrônica e cibernética, e servir como *hub* de testes doutrinários para os novos sistemas navais. O CAAML é, sem dúvidas, um elemento-chave na transição da MB para o combate moderno.

09 Por fim, Almirante, que mensagem o senhor gostaria de transmitir aos leitores da Revista Passadiço — em especial aos jovens militares e servidores civis que iniciam agora sua trajetória na Marinha do Brasil?

Almirante Paulo Ferreira: Aos leitores da Revista Passadiço, em especial aos jovens militares e servidores civis que ingressam na carreira naval, deixo uma mensagem de confiança, otimismo e responsabilidade.

A Marinha do Brasil é, antes de tudo, uma escola de valores. Servir ao País, protegendo nossa Amazônia Azul e atuando nas águas interiores, exige preparo, comprometimento, disciplina e proatividade. O Brasil é inviolável sem o mar, portanto, nossa invicta Força Naval deve estar pronta para, quando for chamada a defender nossos interesses mais caros, cumprir seu papel constitucional.

Preparem-se para operar os novos meios, busquem o conhecimento para tirar o máximo proveito deles e consolidem processos de gestão de conhecimento, para estarmos à altura do desafio de manter essa enorme nação livre e soberana nos mares. O futuro bate à nossa porta e exige constante motivação e comprometimento.

Em tempos de grandes transformações e desafios, sejam protagonistas, tendo a honra como norte, guardando inestimável dedicação e compromisso com a Pátria. Omissão e inação não nos pertencem, portanto, sigamos sempre como marinheiros exemplares e cidadãos engajados em construir um Brasil cada vez mais próspero e pujante.

SKM & ALTUS

DESENVOLVEM TECNOLOGIA PARA MODERNIZAR A FROTA NAVAL DA MARINHA DO BRASIL

A união entre a Altus e a SKM continua rendendo bons frutos para ambas empresas. As duas instituições estabeleceram, em outubro de 2015, uma parceria que incita a pesquisa, o desenvolvimento e a engenharia voltada para a Integração de Sistemas (IPMS) de Supervisão e Controle de Propulsão, Máquinas Auxiliares, Avarias e Gerenciamento de Energia (PMS) da planta elétrica de navios militares.

Apesar de ser uma empresa mais jovem, a SKM possui uma trajetória semelhante à da Altus. A companhia é uma grande incentivadora do desenvolvimento de produtos e tecnologias nacionais que favoreçam as empresas para as quais oferece serviços. Nicolau Sebastião, diretor de Planejamento, Controle e Novos Negócios da empresa, afirma que "o mais importante de todo esse processo é quando você une o desenvolvimento nacional com a tecnologia nacional". Ou seja, a Altus oferece a tecnologia, enquanto a SKM a implementa.

Além de atuar no mercado de offshore e na indústria em geral do Rio de Janeiro, o principal cliente da empresa é a Marinha do Brasil, que também utiliza equipamentos da França, Inglaterra, Alemanha e dos Estados Unidos em seus navios. Em conjunto com a Altus, a SKM busca unificar essa enorme variedade de tecnologias com os produtos desenvolvidos em território nacional, garantindo a independência tecnológica de outros países.

PROJETOS EM ANDAMENTO

Após mais de um ano trabalhando no projeto do Sistema de Manutenção Preditiva do Navio CBO Guanabara, embarcação da Companhia Brasileira de Offshore, a empresa finaliza o desenvolvimento. O sistema tem como finalidade realizar a monitoração da vibração, temperatura e a rotação dos mancais das caixas redutoras do navio, o que permite coletar dados para avaliar de forma "on-line" o estágio em que se encontra o desgaste das Caixas Redutoras.

A solução analisa esses dados e permite que seja possível determinar o desgaste e eventuais problemas da caixa redutora, além de determinar o estágio da "vida útil" dos rolamentos e o desalinhamento ou desbalanceamento. Com isso, analisando o histórico dos dados, é possível prever a probabilidade de uma falha e planejar uma parada programada para manutenção. É um trabalho promissor que vem despertando o interesse e promovendo a nova estratégia de manutenção da CBO, baseada em eficiência, agilidade e segurança.

A solução é uma variação do atual Sistema de Telessupervisão e Manutenção Preditiva do navio. Este sistema consiste em um supervisor SCADA/HMI BluePlant, software de supervisão da Altus, que agrega as informações das unidades eletrônicas responsáveis por monitorar as variáveis de vibração e temperatura. Após serem coletados e processados a bordo, os dados são enviados à Base Operacional da CBO em terra para a análise da equipe de manutenção, o que permite avaliar o estado (vida útil) das máquinas monitoradas.

O Sistema de Telessupervisão tem como finalidade atender aos objetivos da manutenção preditiva, entre eles: aumentar o tempo de disponibilidade e o grau de confiabilidade das máquinas e equipamentos, impedir o aumento de danos e aumentar a segurança do pessoal de bordo responsável pela condução da embarcação.

NOVAS TECNOLOGIAS EMBARCADAS EM NAVIOS DA MB

A Marinha do Brasil abraçou a ideia de encontrar a tecnologia produzida no Brasil com a inteligência de engenharia nacional. Ao longo dos últimos anos, a instituição, ao lado da SKM, tem trabalhado na modernização do controle de uma série de sistemas, utilizando a tecnologia dos produtos Altus.

Para os Navios Patrulha, por exemplo, a empresa desenvolveu o painel de luzes de navegação, sinalização e cerimonial, que permite informar as condições de navegação do navio, tal como "navegando", "fundeadado" e "homem ao mar".

O painel contém um PLC Série Nexto e uma IHM X2-BASE-10 e é comandado através do protocolo de comunicação Modbus RTU. A solução utiliza um grupo de cartões inteligentes desenvolvidos pela SKM para acionar e ajustar a intensidade das lâmpadas de navegação, sinalização e cerimonial, realizando as combinações padronizadas pelo regulamento RIPEAM (Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar).

CREDIBILIDADE JUNTO À MARINHA DO BRASIL

A mudança de diretrizes e paradigmas da Marinha é outro marco importante para a trajetória da Altus e da SKM. Antes, a própria Armada Brasileira desenvolvia os sistemas de supervisão e controle de seus navios. Com o passar dos anos, a SKM torna-se parceiro da MB no desenvolvimento dos projetos, ficando com a incumbência de realizar as ações de atualização, reparo e modernização dos navios.

O FUTURO DA PARCERIA

Nos próximos anos, a parceria entre Altus e SKM seguirá promovendo o desenvolvimento tecnológico nacional e atendendo à Marinha e ao Sistema de Controle e Monitoração Integrados da Planta dos Navios Militares do Brasil (IPMS). Assim como nós aqui da Altus, a empresa também tem como objetivos para os próximos anos a redução da dependência de tecnologias estrangeiras e a promoção do desenvolvimento de oportunidades de emprego no país.

*Conheça mais sobre nossa tecnologia!
Fale com nossos especialistas e saiba tudo que as soluções
SKM & Altus podem fazer pela segurança do país.*

(21) 3841-1370 | 2178-6739 | 2178-6729
escritoriodevendas@skmtech.com.br
skmtech.com.br | altus.com.br

desde 1992
skm
Automação e Assistência Técnica

altus



TÁTICA DE MATILHA 4.0

A Evolução dos Sistemas Autônomos e o Futuro do Combate no Mar



FONTE: Gerada em IA pelo autor

Capitão-Tenente CHRISTIAN TOSHIO ITO

Encarregado da 2ª Divisão - GRFTamandare
Aperfeiçoado em Armamento

INTRODUÇÃO

A evolução da guerra naval sempre esteve atrelada à integração de inovações tecnológicas capazes de redefinir os paradigmas do poder marítimo. Desde os navios a vapor do século XIX até os sistemas digitais do século XXI, cada avanço trouxe novos desafios e oportunidades estratégicas, reconfigurando as dinâmicas do combate no mar. Hoje, a convergência entre autonomia operacional e inteligência artificial (IA) destaca-se como um divisor de águas, com os Veículos de Superfície Não Tripulados (VSNTs) assumindo papel central nessa transformação. Plataformas versáteis, de baixo custo relativo e alta adaptabilidade, os VSNTs permitem executar missões complexas — de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR) a ações de superfície coordenadas — com redução de riscos humanos e otimização de recursos.

Conflitos recentes, como a Guerra da Ucrânia (2022-presente), evidenciaram o potencial disruptivo dessas tecnologias. Em cenários assimétricos, VSNTs demonstraram capacidade para neutralizar alvos navais de grande porte, reconfigurando as dinâmicas do combate naval moderno. Programas internacionais, como o *Sea Hunter* (EUA) e o *Marlin* (Turquia), consolidaram seu uso em operações de guerra antissuperfície (*Anti-Surface Warfare* – ASuW), guerra eletrônica (GE) e defesa antiaérea, sinalizando uma mudança irreversível na forma como combatemos no mar.

A Marinha do Brasil, responsável por proteger uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 3,6 milhões de km² no Atlântico Sul, enfrenta desafios multidomínio que demandam soluções inovadoras (MARINHA DO BRA-



Figura 1 - VSNT *Marlin* na versão ASuW equipado com dois lançadores do MSS Çakir e um canhão de 30mm Unirobotics Trakon 30

FONTE: *European Security & Defence*

SIL, 2020). Entre eles, destacam-se ameaças assimétricas, como pirataria e pesca ilegal, que exigem vigilância persistente em áreas remotas; a proteção de infraestruturas críticas, incluindo plataformas de petróleo e cabos submarinos de comunicação, vulneráveis a sabotagem; e pressões extrarregionais decorrentes do cenário geopolítico de competição de potências em nosso Entorno Estratégico. Esses fatores, somados à necessidade de operar em um cenário de restrições orçamentárias, tornam a adoção de Veículos de Superfície Não Tripulados (VSNTs) não apenas uma opção tecnológica, mas um imperativo estratégico para garantir a soberania brasileira na Amazônia azul.

Nesse contexto, a Tática de Matilha 4.0 surge como uma proposta inspirada no comportamento colaborativo de predadores naturais — como lobos e orcas — e rememora a emblemática doutrina submarina alemã na Batalha do Atlântico (1939-1945). Essa tática emprega enxames de VSNTs operando em redes descentralizadas e autônomas. Essa abordagem elimina pontos únicos de falha, amplia a resiliência operacional e maximiza a eficácia em ambientes contestados por interferência eletrônica ou em cenários de alta intensidade. Sua arquitetura modular permite adaptação a diferentes cenários, desde missões de IVR de longo alcance até operações ofensivas sincronizadas, de forma eficiente e sem expor pessoal a situações críticas em combate.

TECNOLOGIAS-CHAVE

A Tática de Matilha 4.0 fundamenta-se em três pilares tecnológicos interligados: Veículos de Superfície Não Tripulados de última geração, sistemas de inteligência artificial avançada e redes de comunicação resilientes (capazes de resistir a interferências e ciberataques). Juntos, esses elementos permitem operações autônomas, adaptativas e coordenadas, essenciais para os desafios do combate naval moderno (LETTS; PEDROZO, 2024).

O vencedor da revolução robótica não será aquele que desenvolver essa tecnologia primeiro ou mesmo aquele que tiver a melhor tecnologia, mas sim quem descobrir a melhor forma de utilizá-la. (SCHARRE, 2014)

Veículos de Superfície Não Tripulados

Os VSNTs contemporâneos, como o *Sea Hunter* (EUA) e o *Marlin* (Turquia), representam a evolução de plataformas leves (10–15 toneladas), capazes de operar em missões que variam de patrulha a ataques de precisão. Sua arquitetura modular permite a integração de sensores (radares AESA e sensores eletro-ópticos) e armamentos adaptáveis, como mísseis multipropósito *Spike NLOS* ou similares (LUO et al., 2024). A mais recente versão do VSNT ucraniano *Magura* contempla o uso de mísseis ar-ar *Sidewinder*, uma mudança significativa no emprego de VSNT no teatro de operações do Mar Negro.



Figura 2 - VSNT *Magura V7* equipado com 2 MAA AIM-9 *Sidewinder*

FONTE: *Defense Intelligence of Ukraine*

No contexto brasileiro, projetos como o VSNT, em desenvolvimento pelo Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), demonstram a capacidade da Marinha do Brasil em projetar sistemas não tripulados no estado da arte de forma autóctone.

IA Avançada

Diferentemente da IA estreita, limitada a tarefas pré-programadas e mais difundida atualmente, os sistemas de IA avançada utilizam *machine learning* e aprendizado por reforço para tomar decisões em ambientes dinâmicos. Em operações de guerra antissuperfície, por exemplo, algoritmos avançados poderiam processar dados de Inteligência de Sinais (*Signals Intelligence* – SIGINT) para ajustar trajetórias de mísseis em tempo real via *datalink*, evitando defesas antiaéreas. Já em guerra eletrônica, a IA identificaria padrões de interferência (*jamming*) adversária e aplicaria contramedidas em milissegundos, como demonstrado em simulações do programa DARPA OFFSET (CHUNG et al., 2023). Para a Tática de Matilha 4.0, a IA atua como o “cérebro” do enxame, permitindo que os VSNTs se reorganizem autonomamente após perdas (ex.: redis-

tribuição de tarefas após a neutralização de parte das unidades) e otimizem estratégias coletivas sem dependência de comandos centralizados ou de interferência de um humano.

Redes de Comunicação

A eficácia da tática proposta depende fundamentalmente de redes de comunicação robustas, projetadas para operar sob interferência eletrônica (*jamming*), manipulação de sinais (*spoofing*) e ciberataques. Essas redes devem garantir conectividade contínua, baixa latência e segurança criptográfica, mesmo em cenários de alta intensidade onde a sincronia entre os VSNTs é crítica para missões como ataques coordenados de superfície ou defesa antiaérea.

As redes *mesh* táticas, baseadas em rádios cognitivos e salto de frequência adaptativo, são a espinha dorsal dessa arquitetura (U.S. NAVAL INSTITUTE, 2025). Capazes de reconfiguração automática dinâmica, elas redistribuem automaticamente o tráfego de dados em caso de perda de nós, mantendo baixa latência mesmo sob interferência direcionada. Tecnologias como a crip-



Figura 3 - Concepção artística de uma matilha de VSNT engajando um alvo de superfície

FONTE: Gerada em IA pelo autor



Figura 4 - Concepção artística de uma matilha de VSNT executando a defesa antiaérea de instalações de valor estratégico

FONTE: Gerada em IA pelo autor

tografia pós-quântica (baseada em retículos matemáticos, padrão *NIST FIPS 203*) protegem as comunicações de ataques de computação quântica, enquanto algoritmos de consenso distribuído (*Byzantine Fault Tolerance*) garantem integridade mesmo com até 33% dos nós comprometidos (SHAKOURNIA et al., 2025).

A resiliência em operações multidomínio é ampliada pela redundância de protocolos, que emprega múltiplas camadas de comunicação para mitigar riscos de interrupção. O uso simultâneo de frequências HF, UHF e laser (Li-Fi) assegura que, mesmo sob bloqueio eletrônico parcial, a rede mantenha conectividade por meio de canais alternativos. Essa abordagem evita pontos únicos de falha e permite adaptação dinâmica a ambientes contestados, onde a sincronia entre os VSNTs é essencial em cenários táticos de alta complexidade.

A combinação de tecnologias complementares — como rádios cognitivos para salto de frequência e criptografia pós-quântica — transforma a rede em um sistema autorregulável, capaz de reconfigurar rotas de comunicação em milissegundos diante de interferências. Essa flexibilidade garante não apenas sobrevivência em cenários adversos, mas também superioridade

tática, fundamental para enfrentar as ameaças da guerra naval contemporânea.

APLICAÇÕES TÁTICAS

A Tática de Matilha 4.0 pode redefinir o emprego de Veículos de Superfície Não Tripulados (VSNTs) no combate naval moderno, combinando autonomia adaptativa, coordenação descentralizada e superioridade tecnológica para operações multidomínio.

Guerra Antissuperfície

De acordo com Chen et al. (2024), a aplicação de enxames de VSNT na guerra antissuperfície baseia-se na capacidade de sobrecarregar sistemas defensivos adversários por meio de saturação distribuída, uma tática que utiliza ataques sincronizados a partir de múltiplos vetores. Algoritmos de *swarm intelligence*, como o *Particle Swarm Optimization*, coordenam as unidades para evitar padrões previsíveis e maximizar a pressão sobre alvos críticos, como navios aeródromos ou de apoio logístico.

VSNTs equipados com radares AESA (*Active Electronically Scanned Array*) e sensores SIGINT podem realizar reconhecimento dinâmico, mapeando emissões



Figura 5 - Conceção artística da integração multidomínio envolvendo a matilha de VSNT, aeronave F-39 Gripen e navio escolta tripulado

FONTE: Gerada em IA pelo autor | Tratamento de imagem: SO Severiano

eletromagnéticas e identificando vulnerabilidades em tempo real. A fusão de dados de Veículos Aéreos Não Tripulados (ex.: MQ-9B SeaGuardian) permitiria ajustar trajetórias de mísseis superfície-superfície lançados por navios-escolta tripulados, como o *Exocet* MM40 Block 3, que combina guiagem por GPS/INS e capacidade de alteração da trajetória de voo através de *datalink*. A fase de saturação envolveria o lançamento simultâneo de mísseis a partir de setores distintos, enquanto unidades sobreviventes penetrariam as defesas enfraquecidas para danos secundários, utilizando armas de menor calibre ou cargas explosivas, no caso de VSNTs “suicidas” como o *Magura V5* ucraniano.

Guerra Eletrônica

A guerra eletrônica moderna exige capacidades cada vez mais avançadas para garantir a eficácia das plataformas de combate no campo de batalha. Equipados com emissores de banda larga e sistemas DRFM (*Digital Radio Frequency Memory*), esses veículos poderiam replicar e modular sinais adversários, gerando interferência direcionada em radares de busca ou criando alvos “fantasmas” com assinaturas semelhantes a navios de superfície tripulados, a fim de criar um cenário de dissimulação tática.

A supressão de radares adversários pode ser complementada por ataques cibernéticos, como injeção de *malware* em redes de comando e controle (C2) via enlaces de comunicação comprometidos (ex.: *spoofing* de *Link 16*). Em operações de ataque eletrônico, VSNTs podem bloquear comunicações UHF críticas, impedindo a coordenação de forças adversárias e degradando o fluxo de *kill chain* do oponente.

Defesa Antiaérea

A defesa antiaérea no âmbito da Tática de Matilha 4.0 priorizaria a discriminação e a eficiência, utilizando VSNTs equipados com sensores eletro-óticos e mísseis superfície-ar guiados por infravermelho (IR) do tipo *fire-and-forget*. Essa abordagem eliminaria a dependência de sistemas de radar ativo, reduzindo a assinatura eletromagnética e aumentando a sobrevivência em ambientes de guerra eletrônica intensa (CRABBE, 2025). Os sensores eletro-óticos, como o IRST (*Infra-red Search and Track*), combinam imageamento térmico, visão noturna e *laser rangefinder*, permitindo a detecção de ameaças aéreas — como *drones* e mísseis de cruzeiro — a grandes distâncias e com alta resolução. Essa capacidade de detecção passiva seria complementada por mísseis *fire-and-forget*, como o MBDA *Mistral 3* e o *Spike NLOS*.

Em operação, os VSNTs se posicionariam próximos a infraestruturas críticas, como plataformas de petróleo ou portos, ou em áreas de interesse estratégico, utilizando sensores eletro-óticos para monitorar o espaço aéreo sem emitir sinais eletromagnéticos detectáveis. Quando uma ameaça fosse identificada — por exemplo, um *drone* de ataque ou míssil de cruzeiro antinavio — múltiplos VSNTs disparam mísseis IR de forma sincronizada, saturando as medidas de ataque eletrônico (MAE) adversárias, como *flares*. A inteligência artificial embarcada nos VSNTs calcularia trajetórias ótimas para efetuar a interceptação da ameaça aérea, enquanto a rede *mesh* integrada compartilharia dados em tempo real entre as unidades, permitindo ataques coordenados e atualização contínua do quadro tático aéreo.

As vantagens dessa abordagem incluem baixa probabilidade de interceptação, já que sensores passivos e mísseis IR não emitem sinais detectáveis por sistemas RWR (*Radar Warning Receiver*), e custo-benefício, com mísseis *MANPADS* adaptados custando menos que sistemas tradicionais como o CIWS.

Integração multidomínio

A Tática de Matilha 4.0 transcende o domínio marítimo, integrando-se fluidamente a operações aéreas, submarinas e terrestres para criar uma rede de combate coesa e adaptativa. Essa integração não se limita à mera conexão física entre plataformas, mas estabelece um ecossistema de decisão distribuída, onde cada elemento — tripulado ou não — contribui para um entendimento compartilhado do campo de batalha, otimizando respostas em tempo real (ZHAO et al., 2024; ZHANG et al., 2024).

No cerne dessa abordagem está a capacidade dos Veículos de Superfície Não Tripulados de atuar como nós e atuadores em uma arquitetura de comando descentralizada, similar ao conceito de *kill web* (US NAVAL INSTITUTE, 2023). Equipados com sistemas de fusão de dados, os VSNTs poderiam processar informações da cena de ação (ex.: detecção de ameaças por sensor eletro-ótico) e as compartilhariam com aeronaves, navios-escolta ou centros de comando e controle, não como meros retransmissores, mas como agentes capazes de propor ações táticas. Por exemplo, ao detectar uma ameaça de superfície, um VSNT pode sugerir automaticamente rotas de evasão para navios próximos ou solicitar apoio aéreo, tudo dentro de uma cadeia de decisão encurtada pela autonomia da IA embarcada.

Essa interoperabilidade permitiria, por exemplo, que um caça F-39 *Gripen*, ao receber dados em tempo real de um VSNT sobre a posição e o movimento de uma fragata adversária além do horizonte, lance um míssil antinavio (ex.: *Exocet AM-39 Block 2*) programado com coordenadas atualizadas diretamente do VSNT. O míssil utiliza a trajetória inicial fornecida pelo caça, mas recebe ajustes de curso em voo (*mid-course updates*) via enlace de dados bidirecional, alimentado pelas informações contínuas do VSNT — como velocidade do alvo, direção e medidas de ataque eletrônico em uso. Ao entrar na fase terminal, o míssil ativa seu radar ativo de busca, já sincronizado com os dados do VSNT, garantindo precisão mesmo se a fragata tentar evasões ou interferências. Todo o processo, da detecção ao impacto, ocorreria em poucos minutos, sem necessidade de intervenção humana direta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de VSNTs autônomos colaborativos emerge não apenas como uma inovação tecnológica, mas como uma redefinição para a guerra naval moderna, que poderia posicionar a Marinha do Brasil na vanguarda do emprego de sistemas autônomos. Ao integrar Veículos de Superfície Não Tripulados com inteligência artificial avançada e redes de comunicação resilientes, essa abordagem pode oferecer respostas tangíveis aos desafios únicos do Atlântico Sul — desde a proteção de uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 3,6 milhões de km² até a neutralização de ameaças assimétricas.

A eficácia da tática reside em sua arquitetura descentralizada, inspirada em sistemas biológicos como matilhas de lobos. Ao substituir hierarquias rígidas por redes adaptativas, os enxames de VSNTs demonstram capacidade de reconfiguração automática em tempo real, garantindo resiliência mesmo sob interferência eletrônica, ciberataques ou perdas operacionais (RUHL, 2022). Exemplos práticos — como o uso de mísseis antinavio guiados por dados de VSNTs ou a supressão de radares adversários por guerra eletrônica — ilustram como a combinação de velocidade decisória e precisão poderá redefinir os paradigmas do combate naval.

Para a Marinha do Brasil, a adoção dessa tática alinha-se ao Plano Estratégico 2040, que prioriza a modernização de capacidades com eficiência econômica. A complementação de plataformas tripuladas de alto custo por enxames modulares de VSNTs permitiria ampliar a presença estratégica em áreas remotas, como a

Elevação do Rio Grande e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo, sem sobrecarregar os navios-escolta tripulados. Além disso, a interoperabilidade com sistemas aéreos (ex.: caças F-39 Gripen) reforça a capacidade de operações multidomínio, essencial para dissuadir adversários em um cenário geopolítico cada vez mais competitivo.

REFERÊNCIAS

CHEN, Q. et al. *Task allocation and saturation attack approach for unmanned surface vehicles*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.22541/au.173437408.80326280/v1>. Acesso em: 01 maio 2025.

CHUNG, Timothy H.; DANIEL, Roshan. *DARPA OFFSET: A vision for advanced swarm systems through agile technology development and experimentation*. Disponível em: <https://doi.org/10.55417/fr.2023003>. Acesso em: 01 maio 2025.

CRABBE, Christian. *Deployment and Flight Operations of a Large Scale UAS Combat Swarm: Results from DARPA Service Academies Swarm Challenge*. Disponível em: <https://www.usna.edu/Users/cs/crabbe/papers/icuas18.pdf>. Acesso em: 25 abril 2025.

LETTS, D.; PEDROZO, R. *Maritime Drones at War*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9781032724072-7>. Acesso em: 23 abril 2025.

LUO, H. et al. *Embodied intelligence in unmanned surface vehicles: current applications and future perspectives*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/12.3051585>. Acesso em: 03 maio 2025.

MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha – 2040*. Brasília: MB, 2020.

RAND CORPORATION. *The Age of Uncrewed Surface Vessels*. [S.L.]: RAND Corporation, 2022. Disponível em: <https://www.rand.org/pubs/commentary/2022/11/the-age-of-uncrewed-surface-vessels.html>. Acesso em: 15 maio 2025.

RUHL, Christian. *Autonomous weapon systems and military artificial intelligence (AI) applications report*. Founders Pledge, 19 maio 2022. Disponível em: <https://www.founderspledge.com/research/autonomous-weapon-systems-and-military-artificial-intelligence-ai>. Acesso em: 01 maio 2025.

SCHARRE, P. *Robotics on the Battlefield*. Center for a New American Security, 2014. Disponível em: https://www.files.ethz.ch/isn/180530/CNAS_RoboticsOnTheBattlefield_Scharre.pdf. Acesso em: 02 abr. 2025.

SHAKOURNIA, M. et al. *Two-Fold Byzantine Fault Tolerance Algorithm: Byzantine Consensus in Blockchain*. Disponível em: <https://arxiv.org/html/2504.16267v1#:~:text=The%20most%20widely%20known%20of,popular%20choice%20for%20blockchain%20systems>. Acesso em: 02 maio 2025.

U.S. NAVAL INSTITUTE. *The Navy Must Lead the Small and Medium USV Era*. [S.L.]: U.S. Naval Institute, 2025. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2025/april/navy-must-lead-small-and-medium-usv-era>. Acesso em: 15 maio 2025.

U.S. NAVAL INSTITUTE. *Enter the Killweb: A Concept for Drone Warfare*. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2023/march/enter-killweb-concept-drone-warfare>. Acesso em 10 maio 2025.

ZHAO, N.; LIU, Z.; XUE, S.; ZHANG, W. *Multi-Agent Reinforcement Learning for Unmanned Surface Vehicle Hunting Target*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/aiea62095.2024.10692565>. Acesso em: 27 abril 2025.

ZHANG, Y.; LIN, Y.; WANG, N. *Reinforcement Learning-Based Cooperative Hunting for an Unmanned Surface Vehicle Swarm*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ifuzzy63051.2024.10661373>. Acesso em: 03 maio 2025.

Figura 6 - O binômio FCT-VSNT poderá representar um ponto de inflexão na defesa da nossa soberania na Amazônia Azul



VSNT

EMGEPRON

SUPPRESSOR



O **VSNT SUPPRESSOR** é uma embarcação autônoma multipropósito de última geração desenvolvida para uso dual — militar e civil. Com configuração modular e possibilidade de integração dos mais modernos sistemas e sensores, opera com precisão em missões complexas — seja por controle remoto ou de forma autônoma.

APLICAÇÕES



Guerra de minas navais



Guerra antissubmarino



Combate a ilícitos no mar



Segurança à navegação e do tráfego marítimo



Monitoramento de ativos offshore, inclusive de danos ambientais



Levantamento hidrográfico



Pesquisa oceanográfica



Vigilância em águas jurisdicionais marítimas, costeiras, fluviais e restritas



www.emgepron.gov.br



[/emgepron](https://www.youtube.com/emgepron)

DESIGNED BY

TIDEWISE

FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ JÁ SÃO O FUTURO?



Capitão de Corveta ERLAN DE TACYO SERPA XAVIER
Encarregado da Seção de Gestão do Conhecimento - ComEsqde-2
Aperfeiçoado em Armamento

FOTO: Marinha do Brasil

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, a Marinha do Brasil tem operado seus escoltas com base nas Fragatas Classe “Niterói”, Corvetas Classe “Inhaúma”, Corveta “Barroso” e Fragatas Classe “Greenhalgh”, cuja origem remonta a projetos da segunda metade do século XX. Embora continuem cumprindo suas funções, esses meios enfrentam limitações crescentes diante da complexidade do ambiente de guerra moderno, além de enfrentar problemas relacionados à manutenção. Em um cenário caracterizado por ameaças assimétricas, grande capacidade de saturação e os avanços no campo da guerra eletrônica, torna-se indispensável dispor de navios com maior agilidade, poder de fogo, resiliência eletrônica e custos reduzidos.

Neste contexto, as Fragatas Classe “Tamandaré” (FCT) não representam apenas uma renovação da Esquadra, mas representam um ponto de inflexão conceitual. Baseadas na plataforma MEKO A-100 e construídas por meio do Programa Fragatas Classe “Tamandaré” (PFCT), esses escoltas simbolizam um novo olhar no futuro de emprego naval.

O presente artigo tem o propósito de mostrar o porquê as FCT provocam uma mudança de mentalidade e geram novas perspectivas, destacando-se quatro inovações do projeto: tripulação reduzida, automação, princípio modular e capacidade antiaérea.

TRIPULAÇÃO REDUZIDA

Ao se observar a realidade atual das Fragatas da Classe “Niterói”, por exemplo, nota-se a necessidade de uma tripulação numerosa embarcada, muitas vezes ultrapassando 190 militares. Trata-se de uma concepção ainda válida para seu tempo, mas que hoje impõe restrições logísticas, operacionais e financeiras. Já nas FCT, o conceito de *lean manning* (tripulação eficiente) permite operar com menos de 130 militares sem prejuízo à capacidade de combate ou segurança da plataforma.

Segundo o Plano de Preparação para o Pessoal do PFCT (PREP-FCT), a Tripulação da Fragata “Tamandaré” é constituída basicamente de dois subgrupos: a Tripulação Embarcada (TE) e a Tripulação de Terra/Grupo de Apoio (TT/GAp). A TE compreende 112 militares responsáveis pela condução e operação da plataforma. Já a TT/GAp conta com 42 militares, responsáveis pelo suporte administrativo e apoio ao serviço ordinário no porto, estando aptos a substituir integrantes da TE nas comissões quando necessário.

Além da economia de pessoal, essa mudança estrutural reflete diretamente na eficiência logística e no ciclo de vida da plataforma. Com um efetivo enxuto, as FCT demandam menos espaços habitáveis, reduzindo os custos de manutenção dos compartimentos e o consumo de água, energia e suprimentos, especialmente em comissões prolongadas. Paralelamente, a menor rotatividade de tripulantes simplifica o planejamento de escalas e o treinamento específico, garantindo maior coesão e proficiência da equipe embarcada. Isso não somente libera quadros para outras atividades da Ma-

rinha, mas também diminui custos operacionais ao longo da vida útil do navio, reforçando a sustentabilidade financeira do programa e ampliando sua capacidade de manter prontidão permanente em diferentes cenários de emprego.

Adicionalmente, essa transformação vai muito além da redução de efetivos. Demanda o redesenho de processos, a automação de rotinas administrativas e a utilização plena de sensores e sistemas inteligentes. O controle de avarias (CAV), por exemplo, não depende mais exclusivamente da quantidade de pessoal disponível e sim da capacidade do navio de identificar, isolar e reagir automaticamente aos danos.

Outro aspecto importante é o preparo da tripulação. Os militares designados, sejam eles da Tripulação, do Grupo de Mantenedores ou do Grupo de Instrutores, recebem capacitação específica desde o início da sua seleção, se adestrando em simuladores que replicam com fidelidade os sistemas embarcados. Conforme previsto em contrato de compensação, há disseminações de conhecimento previstas da Transferência de Tecnologia (ToT) do Sistema de Gerenciamento de Combate (CMS). Bem como da Transferência de Tecnologia do Sistema Integrado de Gerenciamento da Plataforma (IPMS). Isso os habilita a atuar de forma mais autônoma e eficaz, aproveitando ao máximo os recursos tecnológicos e didáticos disponíveis (Figura 1).

AUTOMAÇÃO: INTEGRAÇÃO QUE SUSTENTA O FUTURO

A automação das FCT não se limita a comandos à distância ou alarmes automatizados. Trata-se de um

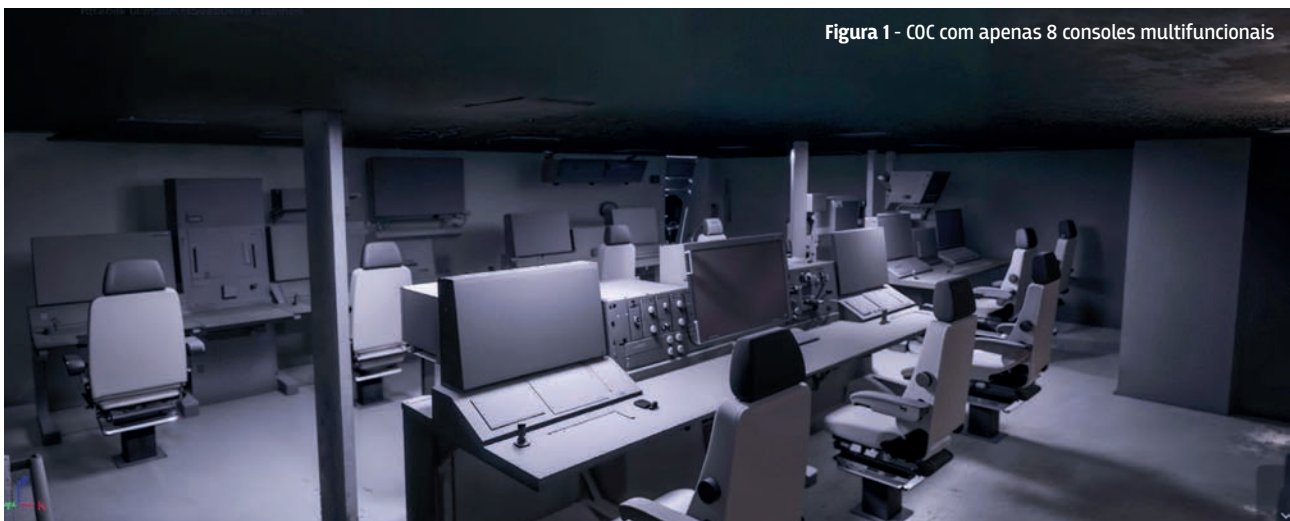


Figura 1 - COC com apenas 8 consoles multifuncionais

FONTE: Águas Azuis

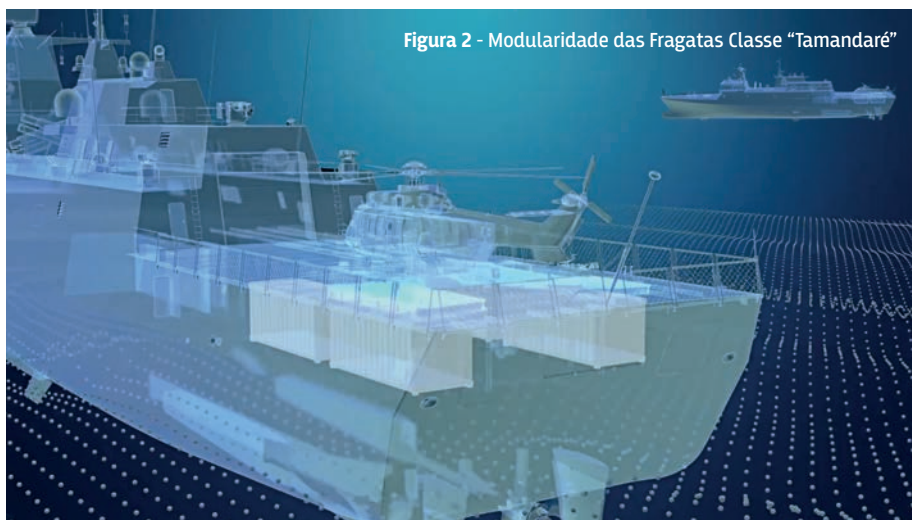


Figura 2 - Modularidade das Fragatas Classe "Tamarandé"

FONTE: Thyssenkrupp

sistema nervoso digital que conecta todos os elementos vitais do navio, promovendo eficiência e segurança. O IPMS é um exemplo claro disso: energia, propulsão, ventilação e diversos sistemas auxiliares podem ser monitorados e ajustados em tempo real.

Essa capacidade não apenas demanda menos pessoal, como também permite uma tomada de decisão mais rápida e precisa. Quando integrada ao CMS, a automação permite que o navio reaja a ameaças com mínima intervenção humana — essencial em contextos como ataques de saturação ou enxames de drones.

Navios como a Fragata "Rademaker" e a Corveta "Barroso" operam com subsistemas mais segregados, exigindo maior coordenação entre diversas estações de operação. As FCT, por sua vez, oferecem uma visão unificada, com dados apresentados de maneira mais eficiente e interface mais amigável aos operadores. Isso reduz o tempo entre a detecção e a ação, o que pode fazer a diferença entre o sucesso e o fracasso, em um domínio marítimo em que o tempo é um fator operacional de extrema importância.

PRINCÍPIO MODULAR

Diversas marinhas do mundo buscam navios com maior adaptabilidade e flexibilidade. Uma das principais formas de conferir tais características às plataformas é por meio de sistemas modulares. O Compartimento Modular Multimissão (CMM), localizado na popa, permite o embarque de até quatro módulos ISO de 20 pés, cada um equipado para diferentes tipos de operação: apoio humanitário, missões logísticas ou operações com drones.

Isso confere à Marinha do Brasil uma agilidade inédita. Em vez de manter um navio dedicado a cada tipo de missão, poder-se-á reconfigurar rapidamente uma mesma plataforma para diferentes contextos (Figura 2). Diferentemente da Corveta "Barroso", que exigiria adaptações estruturais profundas para mudar sua função, as FCT realizam essa transição por meio da troca de módulos, de forma rápida e segura.

Essa característica também facilita atualizações tecnológicas. À medida que novos sensores ou armamentos são desenvolvidos, basta integrá-los a um módulo compatível. Assim, evita-se a obsolescência precoce e garante-se a permanência do navio como ativo estratégico ao longo das décadas.

Portanto, as FCT proporcionam uma grande versatilidade a MB, visto que podem ser empregadas nos 4 (quatro) campos de atuação do Poder Naval (CAPN), em especial no campo Defesa Naval.

CAPACIDADE ANTIAÉREA

A defesa antiaérea das FCT foi pensada para enfrentar ameaças contemporâneas, como mísseis supersônicos, aeronaves furtivas e veículos não tripulados. O radar TRS-4D, com tecnologia AESA, é capaz de detectar e rastrear mais de mil alvos com alta precisão, mesmo em ambientes de interferência eletrônica.

Integrado ao CMS, esse sensor permite o emprego eficaz dos mísseis *Sea Ceptor*, lançados verticalmente e com capacidade de engajar alvos em 360°. Sua guiagem ativa e a ausência de necessidade de radar iluminador contribuem para a discrição do navio e sua maior capacidade de sobreviver em um ambiente contestado. Comparadas às Fragatas da Classe "Niterói", cujo sistema de defesa aérea baseia-se em mísseis *Aspide* com radar de iluminação específico, as FCT representam um avanço expressivo — não apenas em alcance ou número de alvos, mas na autonomia e robustez da reação defensiva.

Além disso, o canhão Leonardo 76mm *Super Rapid* e o canhão de menor calibre *Sea Snake* 30mm compõem

camadas adicionais de defesa, cobrindo desde o alcance médio até o combate de ponto. Armamentos multifuncionais, capazes de empregar munições inteligentes que podem ser configuradas para engajar tanto alvos de superfície quanto aéreos, a depender da configuração da espoleta para cada situação. Este último dispõe de altíssima cadência de fogo (1.100 tiros por minuto) operando como um *Close-in Weapon System (CIWS)* com possibilidade de módulo *Air Burst Ammunition (ABM)*, permitindo o emprego de munição de explosão programada (nuvens de balins de tungstênio).

O desempenho do sistema combina características de confiabilidade, agilidade e praticidade, uma vez que um único operador pode executar diversas tarefas, tais como detectar o alvo e designá-lo para o sistema de armas, ao mesmo tempo em que um possível bloqueio eletrônico inimigo é mitigado em virtude dos seus recursos de proteção eletrônica, além de permanecer varrendo todo o ambiente acima d'água em busca de novos contatos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a incorporação de meios de superfície dotados de radares de tecnologia 4D posiciona a MB na vanguarda tecnológica de detecção e controle de alvos para as mais diversas missões, assegurando um emprego mais eficiente do espectro eletromagnético, o que contribui significativamente para o sucesso nas ações de Guerra Eletrônica.

As Fragatas Classe “Tamandaré” representam uma virada estratégica para a Marinha do Brasil. Não se trata apenas de substituir os meios atuais, mas de abraçar um novo conceito de combate — mais eficiente, versátil e alinhado com os desafios contemporâneos.

Permitem ainda um incremento substancial nas capacidades estratégicas de adaptabilidade, mobilidade, poder de combate e presença, permitindo a MB melhor cumprir suas tarefas básicas, em especial a de projeção de poder e o controle de áreas marítimas.

Cada pilar analisado — tripulação reduzida, automação, modularidade e defesa antiaérea — reforça os demais, criando uma plataforma coesa e moderna. Mais do que navios, as FCT simbolizam um novo jeito de pensar a guerra no mar.

Com elas, a MB reafirma sua letalidade e compromisso com a soberania no Atlântico Sul, com a segurança da Amazônia Azul e com sua capacidade de atuar em qualquer teatro relevante do século XXI.

REFERÊNCIAS

- CHILCOTT, J.; KENNEDY, N. Enabling *lean manning* through automation. In: Proceedings. International Ship Control Systems Symposium (ISCSS), 2018, Glasgow.
- ESPÍRITO SANTO, Samir Paiva do. Clínica Container: transformando containers marítimos em ambientes clínicos. 2022. Dissertação (Mestrado em Ortodontia e Odontologia em Saúde Coletiva) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2022.
- MARINHA DO BRASIL. Plano de Preparação para o Pessoal do Programa Fragatas Classe Tamandaré (PREP-FCT). Rio de Janeiro: DGPM, 2021.
- MARINHA DO BRASIL. Programa Classe Tamandaré. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programa-classe-tamandare>. Acesso em: 23 maio 2025.
- RHEINMETAL SEASNAKE-30MM. Disponível em: <https://www.rheinmetal.com/producte/waffen-und-munition>. Acesso em: 15 maio 2025.
- SCHANK, John F. et al. Designing adaptable ships: modularity and flexibility in futureship designs. Santa Monica: RAND Corporation, 2016.
- THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS. Our Surface Vessels. Disponível em: <https://www.thyssenkruppmarinesystems.com>. Acesso em: 20 maio 2023.
- WARSHIP 2018, PROCUREMENT OF FUTURE SURFACE VESSEL. The NATO drive to mission modularity. London: The Royal Institution of Naval Architects, 2018.

Figura 3 - Fragata “Jerônimo de Albuquerque”



FONTE: Poder Naval

PROTEÇÃO DE INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS SUBMARINAS

Contexto, Desafios e Lições Aprendidas do 1º Exercício Conjunto da Marinha do Brasil

Capitão-Tenente MICHEL SALVIANO RIVERA

Encarregado da Divisão O-2 - NEBRASIL
Aperfeiçoado em Eletrônica

INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, a infraestrutura invisível que sustenta a comunicação digital global repousa nas profundezas dos oceanos. São os cabos submarinos de fibra óptica que viabilizam mais de 95% do tráfego internacional de dados, conectando continentes e países em tempo real. Nos últimos anos, diferentes episódios evidenciaram que tais estruturas estão no centro de uma nova forma de disputa geopolítica: silenciosa, estratégica e travada nos domínios da guerra híbrida, da cibersegurança e do controle informacional. Paralelamente, o crescente investimento em cabos submarinos por gigantes da tecnologia, aliado a questões geográficas dos cabos, expõe a arquitetura global de dados a vulnerabilidades físicas e políticas sem precedentes. À luz do impacto progressivamente abrangente de eventuais danos a esses dispositivos, é notória a intensificação dos debates sobre o tema, acompanhada pelo recrudescimento das preocupações no meio governamental, acadêmico e militar.

Inserido nesse contexto, o Brasil emerge como um ator de relevância no Atlântico Sul, conectado por múltiplos cabos internacionais e situado em área de interesse geopolítico crescente. Este artigo apresenta um breve panorama da rede de cabos submarinos, a visão estratégica nacional sobre o tema e a evolução da dou-

trina no que tange à proteção desses ativos. No escopo das iniciativas voltadas à preservação das Infraestruturas Críticas do Poder Marítimo (ICPM), destaca-se o 1º Exercício de proteção a cabos submarinos realizado pela Marinha do Brasil (MB), uma iniciativa inédita marcada pela interoperabilidade entre diferentes setores do Estado. A partir dessa análise, busca-se compreender os desafios, as lições e os caminhos para o fortalecimento da resiliência nacional diante de ameaças desenhadas nas profundezas do mar.

BACKGROUND HISTÓRICO DE AMEAÇAS À INTEGRIDADE DOS CABOS SUBMARINOS

A fim de ilustrar a vulnerabilidade dos cabos submarinos, esta seção apresenta episódios ocorridos nos últimos anos. Cada um desses casos representa não apenas um incidente isolado, mas um sintoma de uma transformação mais ampla no cenário estratégico internacional, em que ativos submersos passaram a figurar como alvos prioritários em disputas silenciosas por poder informacional e domínio marítimo.

China e Taiwan: O Incidente na Ilha Matsu (2023)

Em fevereiro de 2023, a Ilha *Matsu*, pertencente a Taiwan, sofreu uma interrupção severa em sua conectividade após o rompimento simultâneo de dois cabos

submarinos de fibra óptica. Esses cabos eram responsáveis pela comunicação digital entre a Ilha e o território principal de Taiwan. A destruição dos cabos deixou os habitantes da ilha virtualmente isolados, forçando o uso emergencial de comunicações via satélite, mais lentas e com baixa largura de banda.

As autoridades taiwanesas identificaram que um navio cargueiro e um barco de pesca, ambos de bandeira chinesa, haviam passado pelas rotas dos cabos e causado os danos. Embora oficialmente tenha sido tratado como incidente marítimo, analistas internacionais e autoridades de defesa de Taiwan suspeitaram de uma ação deliberada - uma possível forma de coerção híbrida por parte da China, testando a resiliência das comunicações em pontos geoestratégicos vulneráveis.

Navio Russo Yantar e sua passagem pelo Mar da Irlanda (2024)

Em novembro de 2024, o Navio Russo *Yantar* foi escoltado pela marinha irlandesa após ser detectado em áreas críticas de infraestrutura submarina no Mar da Irlanda, especificamente em zonas onde passam cabos submarinos críticos de energia e comunicação entre Irlanda e Reino Unido. Autoridades britânicas relataram que o navio navegou por águas britânicas com o sistema de identificação automática (AIS) desligado, levantando suspeitas de mapeamento de infraestruturas submarinas críticas.

Não se tratava, contudo, de um comportamento inédito. Anos antes, o mesmo navio já havia despertado preocupações semelhantes em águas brasileiras quando, em 2020, ao ser detectado dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Brasil, desapareceu dos sistemas de monitoramento e ressurgiu por quase uma semana com o seu AIS desligado em áreas de passagem de cabos submarinos. Essa postura contribuiu para acentuar a percepção sobre a vulnerabilidade das infraestruturas críticas submersas e reforçou a importância de ampliar a vigilância e a capacidade de resposta nacional nesse domínio.

O *Yantar*, embora oficialmente classificado como navio de pesquisa oceânica da Marinha Russa, é amplamente conhecido por sua capacidade de realizar operações de vigilância submarina. Ele é equipado com veículos operados remotamente (ROVs) e outras tecnologias que permitem interceptar, mapear e cortar cabos submarinos em grandes profundidades.

O caso do Cabo Falcon (2024)

A *Global Cloud Xchange* (GCX) é uma operadora global de infraestrutura de telecomunicações, especializada em cabos submarinos e conectividade em nuvem, com sede operacional ligada anteriormente ao conglomerado indiano *Reliance Communications*. Entre seus ativos mais estratégicos está o cabo *Falcon*, uma rota de fibra óptica submarina que liga a Europa ao Golfo Pérsico, ao Oriente Médio e ao Sul da Ásia, com pontos de aterragem em países como Egito, Arábia Saudita, Omã, Emirados Árabes Unidos, Irã, Iêmen, Índia e Sri Lanka. Trata-se de uma rota crítica que atravessa zonas de instabilidade e disputa geoestratégica, como o Estreito de Ormuz, o Mar Vermelho e o Golfo de Áden. Ao sustentar fluxos de dados civis, financeiros e governamentais, o *Falcon* torna-se ativo de alto valor estratégico.

A importância geoestratégica do *Falcon* ficou ainda mais evidente em 2024, quando ataques atribuídos aos rebeldes *Houthis* danificaram trechos do sistema, afetando gravemente as telecomunicações no Golfo e na África Oriental - um alerta sobre a vulnerabilidade desses cabos a ações de atores não estatais em regiões de governança contestada. Além disso, o *Falcon* destaca a crescente competição entre potências ocidentais, China e atores regionais pelo controle das rotas de dados. Por passar por países que mantêm relações estratégicas divergentes entre si - como Irã, Arábia Saudita e Emirados Árabes -, o cabo se insere em disputas sobre quem garante, explora ou intercepta o fluxo de informação. Em tempos de conflito ou espionagem, cabos como o *Falcon* são vistos não apenas como ativos logísticos, mas como alvos potenciais em operações de guerra híbrida e cibernética.

DESAFIOS À REGULAÇÃO E À SOBERANIA ESTATAL

A proteção dos cabos submarinos envolve, no entanto, variáveis estruturais de governança e domínio jurídico. Dessa forma, faz-se mister analisar os impactos decorrentes do desenvolvimento dessa infraestrutura crítica por atores privados transnacionais, bem como as implicações para a autonomia regulatória dos Estados e a segurança das comunicações estratégicas.

CABOS SUBMARINOS ENTRE A JURISDIÇÃO NACIONAL E O INTERESSE PRIVADO

Atualmente, a maior parte dos cabos submarinos pertence a empresas privadas ou consórcios comerciais, e não a Estados. *Big Techs* como *Google*, *Meta*, *Microsoft* e *Amazon* têm investido em cabos próprios

para reduzir latência, garantir estabilidade de suas plataformas e controlar as rotas de dados. Essas empresas também firmam parcerias com operadoras locais para dividir custos e expandir a cobertura.

Adicionalmente, existem os riscos associados à soberania digital. Governos nacionais podem não ter ingerência sobre os dados que trafegam por essas redes, mesmo quando se trata de comunicações sensíveis. A ausência de controle direto sobre uma infraestrutura tão vital impõe desafios à segurança nacional e à governança da informação.

Sob o ponto de vista jurídico, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS) estabelece que a instalação de cabos submarinos é livre no alto-mar. No entanto, em áreas sob jurisdição nacional — como as ZEE e os mares territoriais — essa instalação depende de autorização do Estado costeiro, que pode regulamentar aspectos técnicos, ambientais e de segurança.

A ROTA DA SEDA DIGITAL E A DISPUTA INFORMACIONAL SUBMARINA

Nesse cenário em que os cabos submarinos se encontram majoritariamente sob domínio de atores privados e suscitam dilemas de soberania e governança, uma nova camada de complexidade se impõe: a instrumentalização dessa infraestrutura por projetos geopolíticos estatais. A crescente valorização dos fluxos informacionais como ativos estratégicos têm levado potências globais a disputar não apenas a propriedade, mas também o controle sistêmico das rotas de dados. É nesse contexto que a China, por meio da Rota da Seda Digital, projeta influência global ao incorporar a malha submarina de comunicações como vetor estruturante de sua estratégia internacional.

Lançada em 2013, a Iniciativa do Cinturão e Rota (*Belt and Road Initiative – BRI*), promovida pela China, expandiu-se de um projeto logístico tradicional para uma estratégia abrangente de inserção global, incorporando, em seu eixo digital, a chamada *Rota da Seda Digital*. Este braço da iniciativa visa consolidar a presença chinesa no domínio das telecomunicações, com ênfase na construção e financiamento de cabos submarinos de fibra óptica.

Projetos como o *Peace Cable*, ligando o Paquistão à África e à Europa, e outras rotas que conectam o Sudes-

te Asiático ao Oriente Médio e ao continente africano, são liderados por empresas como a *HMN Tech* (antiga *Huawei Marine*), frequentemente integradas a consórcios alinhados à política externa de Pequim. O objetivo é reduzir a dependência de rotas controladas por potências ocidentais, assegurando maior autonomia no tráfego global de dados e ampliando a capacidade de projeção estratégica chinesa.

Além dos ganhos técnicos – como menor latência e maior largura de banda – essa expansão consolida uma forma de *soft power* no ciberespaço, ampliando a influência política e econômica da China sobre os países-parceiros da BRI. Em contrapartida, nações ocidentais manifestam preocupações com a segurança das informações e a soberania digital, reagindo com iniciativas concorrentes.

O CONTEXTO BRASILEIRO

No Atlântico Sul, o Brasil é um dos principais *hubs* de cabos submarinos, sendo ponto de passagem de estruturas que conectam o país a centros econômicos e tecnológicos de diferentes continentes. Apenas no Brasil, a chamada fibra óptica subaquática transmite informações diárias e garante a manutenção de outros serviços para cerca de 134 milhões de brasileiros. Ao todo, a cobertura alcança 154.951 km, por meio de nossa Amazônia Azul. Atualmente, dezessete cabos aterrisam em território brasileiro, com pontos de conexão em cidades como Fortaleza, Salvador, Rio de Janeiro e Santos, *hubs* que concentram grande parte do tráfego internacional de dados do Hemisfério Sul.

Diante desse cenário, a Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (PNSIC) surge em 2018 com o intuito de estabelecer as diretrizes para a proteção de ativos essenciais ao funcionamento do Estado, da economia e da sociedade, incluindo aqueles ligados à comunicação e à informação. No contexto dos cabos submarinos, essa política reconhece a natureza estratégica dessas infraestruturas, ao prever ações integradas entre entes públicos e privados para a prevenção, mitigação e resposta a ameaças, sejam elas de origem física, cibernética ou híbrida. A PNSIC orienta a adoção de medidas de segurança com base em análise de riscos, inteligência e interoperabilidade entre setores, buscando garantir a continuidade dos serviços diante de eventos disruptivos. No caso específico das redes submarinas de dados, a aplicação dessa política implica o fortalecimento dos sistemas de

monitoramento marítimo, a regulamentação técnica da instalação e operação de cabos, e a construção de protocolos que permitam respostas coordenadas e céleres a incidentes que comprometam a soberania digital e a infraestrutura crítica nacional.

Dessa forma, a implementação das diretrizes da PNSIC demanda a atuação de vetores com capacidade de resposta técnica e presença permanente nos espaços jurisdicionais brasileiros. Uma ilustração concreta da aplicação desses princípios ocorreu no estado do Ceará. Em 2021, o governo local propôs a construção de uma usina de dessalinização para reforçar o abastecimento de água potável da Região Metropolitana de Fortaleza. A planta seria instalada na faixa costeira da Praia do Futuro, em uma área próxima a pontos de aterragem de cabos submarinos de telecomunicações, o que suscitou inúmeras preocupações, sobretudo por Fortaleza ser um dos maiores *hubs* de cabos submarinos do Hemisfério Sul, com mais de 15 cabos internacionais que conectam o Brasil a diversos continentes.

A proposta de construção da usina provocou forte reação do setor de telecomunicações, da Anatel e de especialistas em segurança informacional. O risco de interferência física nos cabos, durante obras de dragagem e lançamento de dutos, revelou a ausência de instrumentos normativos específicos para a proteção dessas infraestruturas estratégicas. Em resposta à pressão técnica e institucional, o governo estadual alterou o local da usina - decisão que, embora não respaldada diretamente por norma federal, refletiu os princípios da PNSIC, ao priorizar a prevenção de riscos à soberania digital e à continuidade de serviços essenciais. O caso tornou-se um catalisador para o amadurecimento do debate sobre zonas de proteção submersa e evidenciou a necessidade urgente de regulamentações que integrem planejamento de obras civis e defesa de ativos estratégicos.

Alinhadas aos princípios orientadores da PNSIC, iniciativas como o Comitê Brasileiro de Proteção de Cabos Submarinos (CBPC) e o Projeto de Lei da Política Nacional de Infraestruturas de Cabos Subaquáticos, em tramitação no Congresso Nacional, emergem como esforços complementares que visam operacionalizar e especializar a proteção de ativos sensíveis, em particular no setor de comunicações submersas. Ambos refletem a internalização da lógica da PNSIC nos planos normativo, institucional e interagencial.

Nesse contexto, a proteção de cabos submarinos transcende o escopo normativo civil e institucional e passa a compor a Estratégia de Defesa Marítima (EDM), cujo planejamento prevê a “proteção das ICPM, que abrange portos, plataformas, terminais, estaleiros e estruturas vitais para a produção e transporte de petróleo, gás e dados” como Objetivo Estratégico.

Os Fundamentos Doutrinários da Marinha, por sua vez, tratam a proteção de ICPM como efeito associado aos Campos de Atuação “Defesa Naval” e “Segurança Marítima” do Poder Naval: o primeiro, que envolve os propósitos a serem alcançados para superar desafios estatais no contexto de normalidade, crise ou conflito, enseja uma Postura Estratégica Coercitiva; o segundo, relacionado à garantia do uso e da exploração sustentável do mar e de seus recursos naturais, requer uma Postura Estratégica Cooperativa durante a execução da Patrulha Naval e o patrulhamento conjunto com órgãos federais, na repressão aos delitos de repercussão nacional ou internacional, assim como, especificamente, aos delitos transfronteiriços e ambientais, com os órgãos do Poder Executivo.

E, diante de análises que consideram o Diagnóstico do Poder Naval e a Missão da Marinha do Brasil, a EDM determina como uma Prioridade Estratégica o “Incremento da capacidade de defender as ICPM consideradas prioritárias”, exigindo esforços em prol do desenvolvimento da Consciência Situacional, Cooperatividade, Prontidão e Resiliência.

1º EXERCÍCIO DE PROTEÇÃO DE CABOS SUBMARINOS

Nesse sentido, em resposta à crescente conscientização sobre a vulnerabilidades de infraestrutura críticas submersas, o ComemCh realizou, de 20 a 24 de maio de 2024, o 1º Exercício de Proteção de Cabos Submarinos, uma iniciativa inédita no país voltada à segurança física e cibernética de ativos estratégicos. A operação, coordenada pelo CoNavOpEsp, envolveu uma complexa articulação entre as partes interessadas, tendo como eixo a interoperabilidade entre Forças Armadas, Agências de Estado, Operadoras de Telecomunicações e parceiros civis.

A fase de planejamento do exercício consistiu em reuniões com o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI) e seguiu com uma videoconferência integrando COMPAAZ, Anatel, GSI, GruMeC e representantes das principais operadoras

responsáveis pelos cabos submarinos no Brasil. Entre os dias 28 de março e 03 de abril, foram realizadas visitas técnicas às instalações terrestres da operadora Claro no centro do Rio de Janeiro e na região do Recreio dos Bandeirantes, área onde estão localizados os pontos denominados *beach manholes*, locais críticos onde os cabos emergem do mar para interligar com a rede terrestre.

Encerrada a fase preparatória, tiveram início as ações práticas de reconhecimento e mapeamento submarino. Durante o mês de abril, foram realizadas missões com sonares *Side Scan Edge Tech 4125* e veículos submarinos não tripulados (VSNT) em pontos de afloramento do cabo submarino desenergizado *Festoon*, da Empresa de Telecomunicações da Claro, no litoral do Rio de Janeiro. A confirmação visual dos cabos foi realizada por mergulhadores do GruMeC e militares do NSSGuillobel.

A fase de execução do exercício teve início em 21 de maio, com atividades conduzidas nas instalações terrestres da Empresa de Telecomunicações Claro, localizadas no Recreio dos Bandeirantes. Nos dias 22 e 23 de maio, o treinamento foi realizado a bordo do Navio de Socorro Submarino “Guillobel”. Nessa etapa, foram empregadas buscas com sonar do tipo *Side Scan*, operado pelo VSNT do CASNAV, além da realização de 1 mergulho com equipamento semifechado e 4 mergulhos dependentes, concentrados no ponto de afloramento do cabo submarino *Festoon*, na mesma região.

Durante o exercício, foram simuladas situações inspiradas em eventos reais ocorridos nos últimos quatro anos. A metodologia adotada baseou-se no conceito europeu da tríade ‘Conhecer – Vigiar – Agir’, cuja apli-

cação prática se deu por meio de cinco mergulhos organizados em etapas que abrangeram:

- A construção de uma percepção situacional coletiva e acurada do ambiente operacional;
- A revisão e aprimoramento de procedimentos e marcos legais voltados ao fortalecimento da segurança;
- A promoção de ações sistemáticas de vigilância e registro da presença de embarcações nas imediações dos cabos;
- O desenvolvimento da capacidade de inteligência marítima e o aprimoramento do mapeamento orbital com satélites georreferenciados sobre zonas críticas;
- O conhecimento técnico dos sensores e sistemas empregados na vigilância constante da Amazônia Azul;
- A utilização desses sensores e dos meios navais disponíveis para assegurar o monitoramento contínuo; e
- A verificação da robustez dos sistemas frente a possíveis tentativas de sabotagem ou incidentes relacionados à navegação.

Em face do exposto, foram obtidas importantes lições, dentre as quais é possível destacar a dimensão da complexidade para realizar ações cinéticas de sabotagem a Cabos Submarinos. Depreendeu-se que são requeridos meios sofisticados, como Navios *Off Shore* com capacidade de operar ROVs a grandes profundidades, sensores submarinos para realizar a varredura do fundo do mar; integrados a um Sistema de navegação de posicionamento dinâmico; possuir mergulhadores capacitados a operar em grandes profundidades; e, sobretudo, ter acesso às plantas e o conhecimento exato dos Cabos Submarinos e seu funcionamento.



Fase de execução do 1º Exercício de Proteção de Cabos Submarinos, realizados no NSS “Guillobel”

FONTE: Autor

Outro ensinamento obtido é que, a despeito das dificuldades supracitadas, a Marinha do Brasil detém a capacidade de localizar e identificar cabos submarinos. Vale ressaltar, no entanto, que esse potencial pode ser incrementado por meio da continuidade da sinergia interagências evidenciada no Exercício. Outra questão levantada diz respeito à necessidade do aperfeiçoamento das governanças (GSI, Anatel e empresas de telecomunicações) e MB, bem como de protocolos e procedimentos para lidar com contingências relacionadas aos cabos submarinos.

Diante da riqueza de conteúdo produzido ao longo dos últimos anos, culminando na realização do Exercício, a MB caminha rumo à consolidação de uma consciência situacional marítima, por meio do debate sobre as experiências adquiridas e do aperfeiçoamento das capacidades de proteção a cabos submarinos com a participação de mais atores, quais sejam: os navios da Petrobras que operam ROV, os Mergulhadores da MB, empresas que possuem navios que consertam ou instalam os cabos submarinos, empresas de telecomunicações, o COMPAAz e membros do CBPC. Dessa forma, o *Workshop* de Proteção a Cabos Submarinos, realizado após a Operação é iniciativa que materializa essa retenção de experiências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente dependência global dos cabos submarinos de fibra óptica para o funcionamento das sociedades contemporâneas os tornou ativos críticos no tabuleiro geopolítico internacional. Episódios recentes — como o incidente na Ilha *Matsu*, a atuação suspeita do navio russo *Yantar* e os ataques ao cabo *Falcon* — indicam que esses sistemas estão sob risco contínuo, seja por ações estatais deliberadas, atores não estatais ou pela fragilidade regulatória em regiões de instabilidade. Nesse contexto, a posição estratégica do Brasil no Atlântico Sul e sua condição de *hub* internacional de conectividade exigem a consolidação de uma postura proativa e interoperável frente aos desafios que comprometem a soberania digital e a segurança das infraestruturas críticas submersas.

A PNSIC, aliada à EDM e às iniciativas como o Comitê Brasileiro de Proteção de Cabos Submarinos sinalizam um amadurecimento normativo e institucional nesse sentido. O 1º Exercício de Proteção de Cabos Submarinos, conduzido pela Marinha do Brasil, representa

um marco histórico na materialização dessa doutrina, evidenciando que a proteção efetiva desses ativos demanda conhecimento técnico, troca de experiências entre as partes interessadas e o fortalecimento das capacidades navais e tecnológicas do país.

Consolidar essa capacidade de resposta, fomentar a consciência situacional marítima e integrar de forma sinérgica os diversos atores públicos e privados são, portanto, passos imprescindíveis para que o Brasil esteja apto a enfrentar os desafios impostos por um cenário cada vez mais disputado, sobretudo nas profundezas do mar.

REFERÊNCIAS

- AP NEWS. *Matsu islands' internet service disrupted after cables cut, possibly by China*. Associated Press, 8 mar. 2023. Disponível em: <https://apnews.com/article/matsu-taiwan-internet-cables-cut-china-65f10f5f73a346fa788436366d7a7c70>. Acesso em: 2 maio 2025.
- THE GUARDIAN. *Russian spy ship escorted away from internet cables in Irish Sea*. The Guardian, 16 nov. 2024. Disponível em: <https://www.theguardian.com/world/2024/nov/16/russian-spy-ship-escorted-away-from-internet-cables-in-irish-sea>. Acesso em: 4 maio 2025.
- SENADO FEDERAL (Brasil). *Riscos à segurança das redes de internet no fundo do mar preocupam autoridades*. Senado Notícias, 9 out. 2017. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/569647/noticia.html?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 6 maio 2025.
- DATA CENTER DYNAMICS. *The Houthis and the Red Sea: A new risk to subsea cables*. Data Center Dynamics, 1 fev. 2024. Disponível em: <https://www.datacenterdynamics.com/en/analysis/the-houthis-and-the-red-sea-a-new-risk-to-subsea-cables>. Acesso em: 10 maio 2025.
- FINANCIAL TIMES. *How the world's undersea data cables are mapped*. Financial Times, 2024. Disponível em: <https://ig.ft.com/subsea-cables>. Acesso em: 8 maio 2025.
- BRASIL. Presidência da República. *Decreto nº 9.573, de 22 de novembro de 2018*. Dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 nov. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9573.htm. Acesso em: 4 maio 2025.
- GOVERNO FEDERAL (Brasil). *Realocação da usina de dessalinização de Fortaleza demonstra importância da gestão federal dos terrenos de marinha para a infraestrutura do país*. Governo do Brasil, 13 jun. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/gestao/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/realocacao-da-usina-de-dessalinizacao-de-fortaleza-demonstra-importancia-da-gestao-federal-dos-terrenos-de-marinha-para-a-infraestrutura-do-pais>. Acesso em: 11 maio 2025.
- MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-310: Estratégia de Defesa Marítima: EMA, 2023.
- MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-301: Fundamentos Doutrinários da Marinha. Brasília: EMA, 2023.
- MARINHA DO BRASIL. *Exercício inédito da Marinha garante manutenção de cabos submarinos*. Agência Marinha de Notícias, 2024. Disponível em: <https://www.agencia.marinha.mil.br/defesa-naval/exercicio-inedito-da-marinha-garante-manutencao-de-cabos-submarinos>. Acesso em: 24 maio 2025.

PROTEÇÃO DE MEIOS NAVAIS NA ERA DOS DRONES

Lições da Guerra da Ucrânia para a Marinha do Brasil

Capitão de Corveta GABRIEL MARQUES SERRÃO

Comandante - ERMS
Aperfeiçoado em Eletrônica



FOTO: Australian Army Research Centre (AARC) | Anadolu via Getty

INTRODUÇÃO

A proliferação de sistemas aéreos e navais não tripulados transformou radicalmente o ambiente de combate moderno. A guerra na Ucrânia tem se mostrado como um campo de testes brutal e inovador para o uso intensivo de drones — não apenas como ferramentas de reconhecimento, mas como vetores de ataque em larga escala, muitas vezes empregados em enxames coordenados que desafiam as defesas tradicionais. Esses aprendizados têm implicações diretas para o futuro da guerra naval.

O artigo “*Envisioning a Hellscape: Ukrainian Lessons for a Taiwan Drone Strategy*”, publicado pelo U.S. Naval Institute (USNI), destaca como a utilização massiva e assimétrica de drones pode tornar obsoletos conceitos tradicionais de superioridade aérea e marítima. Em-

bora o foco esteja na defesa de Taiwan, os princípios subjacentes — saturação de sensores, ataques de múltiplos vetores e o custo-benefício favorável ao atacante — são universais.

Neste contexto, torna-se urgente refletir sobre a proteção de meios navais, não apenas em alto-mar, mas também quando estão atracados, em navegação costeira ou docados — momentos em que sua vulnerabilidade aumenta significativamente. Este artigo propõe-se a analisar, à luz das lições extraídas da guerra na Ucrânia, estratégias de defesa ativa e passiva para a proteção de navios de guerra e suas infraestruturas de apoio, adaptando essas lições ao contexto e às capacidades operacionais da Marinha do Brasil (MB) na defesa da Amazônia Azul.

A REVOLUÇÃO DOS DRONES: LIÇÕES DA UCRÂNIA

A guerra da Ucrânia marcou uma inflexão histórica no uso de drones como instrumentos táticos e estratégicos, redefinindo o campo de batalha moderno. Pela primeira vez em um conflito de alta intensidade entre Estados, veículos aéreos e navais não tripulados foram empregados de forma sistemática, em grande escala, e com efeitos tangíveis tanto na linha de frente quanto na retaguarda.

No plano tático, os drones se mostraram ferramentas versáteis de reconhecimento, designação de alvos e ataque direto. Pequenos veículos aéreos não tripulados (UAVs) comerciais foram adaptados para lançar granadas em trincheiras, perseguir tropas e até interferir com sensores e comunicações. Sua onipresença no campo de batalha tornou a ocultação, o movimento e o próprio Comando e Controle (C2) mais complexos para ambos os lados.

No plano estratégico, o uso de drones navais — como os empregados pelos ucranianos contra a Frota Russa do Mar Negro — exemplifica um novo conceito de negação marítima. Unidades de superfície não tripuladas (USVs), muitas vezes operando em enxames, foram capazes de atingir navios de guerra russos em movimento ou fundeados, mesmo em áreas até então consideradas seguras, como o porto de Sebastopol. Essas ações não apenas causaram danos materiais, mas também impuseram custos operacionais significativos, obrigando a Rússia a redistribuir ativos navais e aumentar as medidas de proteção costeira.

É nesse contexto que se insere o artigo “*Envisioning a Hellscape: Ukrainian Lessons for a Taiwan Drone Strategy*”, publicado pelo Primeiro-Tenente Hunter Keeley no site do USNI. Keeley argumenta que as táticas ucranianas — especialmente o uso de enxames coordenados e o foco em saturação das defesas — oferecem um modelo viável para futuras estratégias de negação do uso do mar. Embora voltado para análise do teatro do Indo-Pacífico, o artigo apresenta uma lógica que transcende regiões: o custo reduzido, a escalabilidade e a dificuldade de defesa contra drones os tornam armas assimétricas ideais para desafiar potências navais convencionais.



Figura 2 - Drone comercial ucraniano adaptado com explosivos

FONTE: TRADOC G2 Operational Environment Enterprise

A experiência ucraniana indica, portanto, que nenhuma base naval, navio atracado ou Grupo-Tarefa em trânsito está imune. A “revolução dos drones” tornou o mar menos previsível, mais contestado e, sobretudo, mais perigoso. Esses avanços mudaram profundamente a natureza das ameaças enfrentadas pelas forças navais, revelando vulnerabilidades até então subestimadas.

ANÁLISE DE VULNERABILIDADES NAVAIS

O advento de sistemas não tripulados ampliou significativamente o espectro de ameaças que pairam sobre meios navais, tanto no mar quanto atracados em portos. A guerra da Ucrânia evidenciou que, na era dos drones, a distância do Teatro de Operações já não garante proteção — nem mesmo para navios em suas sedes ou estruturas de apoio logístico.

Tipos de Ameaças

As ameaças se manifestam sob diferentes formas, sendo as principais:

- Drones aéreos: desde pequenos UAVs comerciais adaptados até plataformas de longo alcance, capazes de carregar cargas explosivas e operar de forma autônoma ou em rede. Eles são especialmente eficazes contra sistemas C4ISR, alvos pontuais de alto valor e unidades atracadas ou em baixa velocidade.
- Drones navais de superfície (USVs): operam com perfis baixos e em velocidades moderadas, podendo se aproximar furtivamente de navios atracados ou em trânsito costeiro. Em Sebastopol, unidades desse tipo conseguiram penetrar as defesas portuárias russas, danificando embarcações de guerra e revelando lacunas na vigilância das bases navais.
- Drones submersíveis (UUVs): com menor assinatura radar e térmica, representam uma ameaça

crescente à infraestrutura portuária subaquática e às obras vivas de navios fundeados. Embora menos empregados até o momento, sua evolução técnica aponta para um uso mais expressivo no futuro próximo.

- Enxames coordenados: o emprego simultâneo de dezenas ou centenas de drones — com ou sem coordenação por inteligência artificial — dificulta a reação das defesas convencionais, sobrecarrega sensores e sistemas de armas, e maximiza a chance de penetração.

Vulnerabilidades Específicas de Meios Navais

Navios atracados ou docados estão entre os alvos mais vulneráveis, uma vez que sua mobilidade é nula, muitos sistemas encontram-se desalimentados, e a tripulação incompleta ou não totalmente guarnecida para uma resposta imediata. Além disso:

- Unidades próximas à costa operam em ambientes densos em ameaças assimétricas, com linhas de visada favoráveis ao adversário e restrições de manobra;
- Navios em manutenção frequentemente deixam de contar com sistemas de autodefesa ativos, dependendo da vigilância terrestre ou da estrutura da base;
- A atracação prolongada em portos previsíveis, sem alternância de posições ou medidas de engodo, expõe as plataformas à inteligência adversária e favorece a preparação de ataques.

Fragilidade das Infraestruturas de Apoio

As bases e portos navais concentram sistemas críticos de C2, combustíveis, munições e manutenção. Mesmo ataques limitados, conduzidos por drones de pequeno porte, podem gerar:

- Interrupções logísticas;
- Incêndios em depósitos sensíveis;
- Comprometimento de redes de comunicação; e
- Paralisação de operações em cadeia.

As redes de C2, em particular, são alvos de alto valor — tanto pela sua importância estratégica quanto pela crescente digitalização e centralização. A saturação ou destruição desses sistemas por ataques diretos ou por sobrecarga de dados (por meio de drones de guerra eletrônica) pode comprometer a coordenação da defesa antes mesmo que os vetores ofensivos sejam identificados.

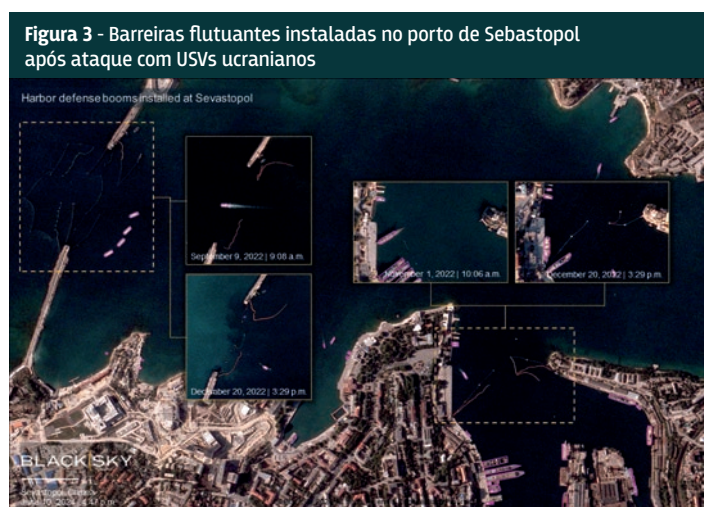
ESTRATÉGIAS DE PROTEÇÃO BASEADAS NA EXPERIÊNCIA UCRÂNIANA

A resiliência demonstrada pela Ucrânia frente a um arsenal de drones russos — e, por sua vez, a capacidade ucraniana de empregar drones de forma disruptiva — oferecem uma base concreta para pensar a proteção de meios navais em um novo paradigma operacional. Inspirar-se nessas experiências é essencial para desenvolver uma defesa multifacetada, combinando medidas passivas, ativas e uma robusta integração entre domínios.

Medidas Passivas

Medidas passivas são aquelas que não envolvem ação direta sobre o vetor inimigo, mas aumentam a sobrevivência e dificultam a eficácia dos ataques. No contexto naval, destacam-se:

- Camuflagem e medidas de proteção eletrônica (MPE): o uso de lonas de camuflagem, pinturas especiais, emissores de sinais falsos e refletores de radar pode reduzir a detecção e enganar sensores de drones guiados.
- Dispersão de meios: a concentração de navios e recursos críticos em áreas previsíveis facilita ataques coordenados. A rotação de posições de atracação, uso de portos alternativos e fundeio em áreas distintas dificultam o planejamento inimigo.
- Reforço estrutural de alvos estratégicos: blindagem de estruturas sensíveis, fortalecimento de obras vivas e compartimentos, e a criação de barreiras físicas contra drones navais — como redes flutuantes e sistemas de contenção subaquáticos — são medidas eficazes para mitigar danos.



FONTE: Defense One

Medidas Ativas

A experiência ucraniana evidenciou uma rápida adaptação às novas ameaças, com soluções criativas e eficazes. Dentre as medidas ativas que se destacaram, estão:

- Sistemas C-UAS (*Counter-Unmanned Aerial Systems*): incluem desde radares específicos para alvos de pequeno porte até metralhadoras automáticas, mísseis de curto alcance e dispositivos de interferência eletrônica. A defesa de Sebastopol, por exemplo, foi reforçada com armas antiaéreas leves após os primeiros ataques de drones.
- Sensores multi-espectrais: a integração de sensores acústicos, térmicos e eletromagnéticos permite detectar e classificar ameaças mais cedo. Sistemas de vigilância por IA também estão sendo testados em ambientes costeiros.
- Armas de energia dirigida (como lasers): embora ainda em desenvolvimento operacional, esses sistemas oferecem uma resposta quase instantânea a ameaças de baixa assinatura, com menor custo por engajamento.
- Patrulhas automatizadas e plataformas autônomas de vigilância: o uso de USVs ou UAVs defensivos para monitoramento constante de perímetros e resposta rápida a intrusões pode representar um novo patamar de proteção ativa.

Integração Entre Domínios

A principal lição ucraniana talvez seja a integração operacional entre domínios físico, eletrônico, cibernético e cognitivo. Nenhuma defesa será eficaz se funcionar de maneira isolada. É preciso:

- Coordenar a vigilância física com a guerra eletrônica, empregando interferência para desorientar drones e ao mesmo tempo preparar respostas cinéticas.
- Proteger redes de C2 contra ataques cibernéticos, que podem preceder ou acompanhar ataques físicos para desorganizar as defesas.
- Criar doutrinas integradas, onde sensores, operadores humanos, armas e IA atuem em conjunto, com protocolos bem definidos para ameaças rápidas, ambíguas e múltiplas.

A força naval que deseja proteger seus meios no cenário contemporâneo precisa evoluir da postura tradicional de proteção portuária para um sistema defensivo inteligente, dinâmico e interconectado — à imagem do que se viu na resiliência ucraniana sob ataque constante e multifacetado.

PROPOSTAS PARA O AMBIENTE NAVAL BRASILEIRO

A crescente difusão de tecnologias de drones e a possibilidade de sua aplicação por atores estatais e não estatais impõem novos desafios à segurança marítima brasileira. Considerando as especificidades da MB, é essencial adaptar as lições da guerra na Ucrânia a uma realidade de recursos limitados, vasto litoral e crescente papel no Atlântico Sul.

Adaptação das Lições ao Contexto Nacional

O cenário brasileiro apresenta características singulares que moldam a forma como as ameaças devem ser enfrentadas:

- A extensão do litoral e a diversidade de bases navais, muitas em áreas urbanas ou de difícil vigilância constante, demandam soluções escaláveis e modulares.
- A limitação de recursos operacionais de reação imediata torna ainda mais importante a adoção de sistemas de alerta precoce e medidas de bloqueio que desestimulem ou neutralizem ataques ainda na fase de aproximação.
- A dependência de ativos estratégicos concentrados, como o Complexo Naval de Itaguaí, impõe a necessidade de uma proteção dedicada e contínua, tanto física quanto cibernética.

Propostas com Base nos Meios Disponíveis ou Viáveis a Médio Prazo

Dadas as restrições orçamentárias e operacionais, as propostas a seguir buscam viabilidade e efeito dissuasório progressivo:

- Instalação de sensores passivos de baixo custo (hidrofonos, câmeras térmicas, detectores de RF) em áreas críticas de bases navais, criando zonas de exclusão monitoradas 24h.
- Emprego progressivo de USVs, a exemplo do Projeto Suppressor da EMGEPRON, para vigilância autônoma e proteção perimetral de áreas portuárias e bases navais. Com capacidade de navegação autônoma, integração de sensores eletro-ópticos, radares e *payloads* modulares, esses sistemas podem executar patrulhas, identificar aproximações suspeitas e atuar como primeiro vetor de resposta ou dissuasão em ambientes restritos. Sua adoção escalável e produção nacional fortalecem a autonomia tecnológica e permitem adaptações táticas conforme as características locais.
- Aquisição e nacionalização de sistemas C-UAS mo-

dulares, baseados em soluções já existentes no mercado — como radares de vigilância de curto alcance acoplados a metralhadoras automáticas e dispositivos de interferência —, que podem ser integrados a viaturas táticas e pequenas embarcações.

- Emprego de barreiras físicas e boias de contenção com sensores em áreas de atracação de navios estratégicos, dificultando o acesso de drones submersíveis e de superfície.
- Desenvolvimento de pequenos drones defensivos (como quadricópteros armados ou com capacidade de interceptação física) para uso embarcado e em bases.
- Incremento das capacidades de guerra eletrônica, mesmo com meios simples, como bloqueadores de GPS e emissores de sinais falsos, úteis contra drones de navegação semi-autônoma.

EXERCÍCIOS E DOCTRINA

A transformação da mentalidade operacional é tão importante quanto os investimentos materiais. Nesse sentido, é imperativo que sejam promovidos exercícios simulados com uso de drones ofensivos e defensivos, integrando-os a jogos de guerra, exercícios de Defesa de Porto e de navios em trânsito, escoteiros ou em GT. Além disso, a atualização doutrinária deve refletir esse novo panorama, estabelecendo protocolos claros para a detecção, classificação e neutralização de ameaças assimétricas não tripuladas, incorporando o uso de in-

teligência artificial e análise de dados em tempo real, bem como a integração com outras Forças.

Paralelamente, deve-se estimular parcerias com universidades e empresas nacionais de tecnologia dual, a fim de fomentar pesquisa aplicada e o desenvolvimento de soluções adaptadas à realidade brasileira. A Base Industrial de Defesa (BID), que já demonstra vitalidade em setores como comunicações seguras, sistemas de C2 e veículos não tripulados, pode atuar como polo de inovação na criação de tecnologias de proteção específicas para meios navais. Tais colaborações podem acelerar a incorporação de capacidades tecnológicas emergentes ao ambiente operativo, ao mesmo tempo em que fortalecem a soberania e a autonomia decisória do País no campo da Defesa.

A proteção dos meios navais da MB frente ao cenário de ameaças assimétricas e tecnológicas passa, necessariamente, por planejamento integrado, adaptação doutrinária e inovação pragmática. A guerra na Ucrânia não apenas alerta, mas oferece o espelho necessário para iniciar esse movimento com visão estratégica e prioridade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A guerra da Ucrânia, especialmente pelo uso intensivo e inovador de drones, demonstrou de forma inequívoca a rapidez com que o ambiente operacional moderno pode se



transformar. A antecipação de ameaças e a capacidade de adaptação tornam-se, assim, elementos centrais para a sobrevivência e a eficácia das forças navais contemporâneas.

Nesse cenário, a proteção de meios navais, tanto no mar quanto atracados, requer uma abordagem multifacetada, que combine medidas passivas e ativas, explorando ao máximo os avanços tecnológicos disponíveis. A inovação não pode ser tratada como um diferencial eventual, mas como uma exigência operacional permanente.

Além disso, em consonância com o pensamento castexiano, a interoperabilidade entre sistemas, domínios e forças se impõe como um pilar fundamental para o sucesso em conflitos futuros. A integração entre capacidades cibernéticas, de guerra eletrônica e de defesa física será cada vez mais decisiva.

Por fim, embora inserida em um contexto regional de relativa estabilidade, a Marinha do Brasil não está imune aos efeitos da difusão tecnológica e da crescente assimetria de capacidades. A incorporação dessas lições ampliará não apenas sua capacidade de dissuasão e resposta, mas também reafirmará seu compromisso

com a defesa nacional em um cenário estratégico em constante evolução.

REFERÊNCIAS

KEELEY, Hunter. Envisioning a Hellscape: Ukrainian Lessons for a Taiwan Drone Strategy. *Proceedings*, U.S. Naval Institute, v. 151, n. 4, abr. 2025. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2025/april/envisioning-hellscape-ukrainian-lessons-taiwan-drone-strategy>. Acesso em: 19 abr. 2025.

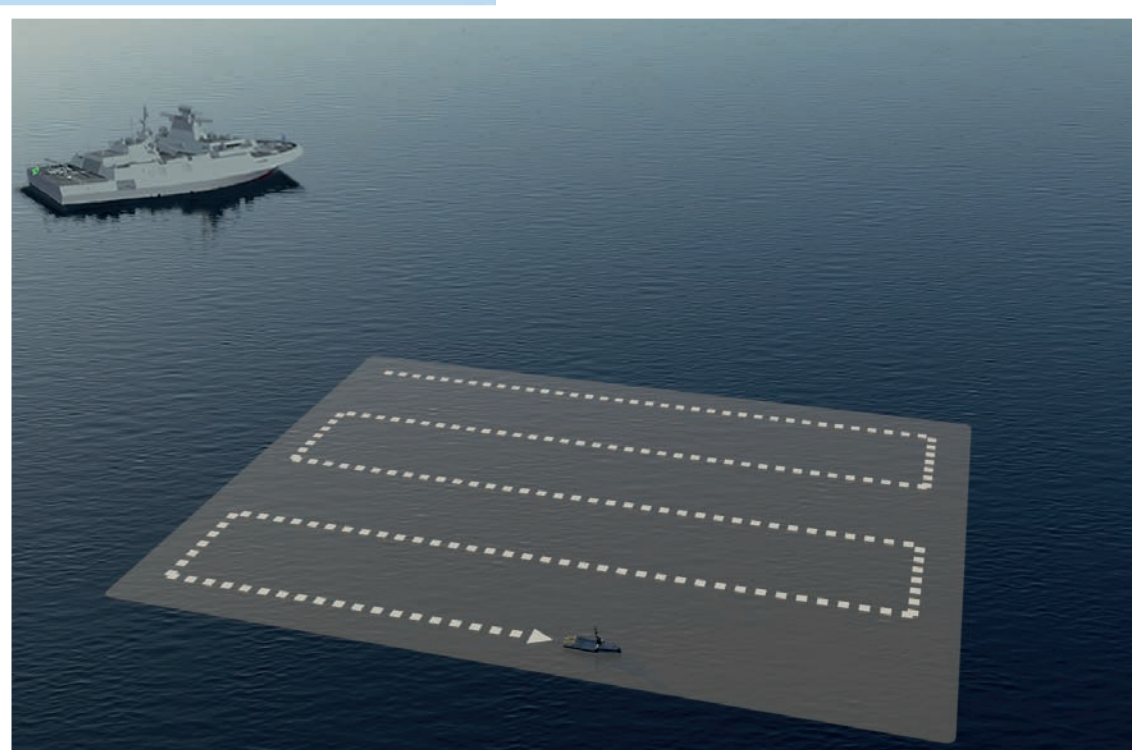
THE KENNEDY CENTER FOR INTERNATIONAL STUDIES (KCIS). Robotic Kraken: Trends in Uncrewed Maritime Systems. *Insight* 5-3, jan. 2025. Disponível em: <https://www.thekcis.org/publications/insights/insight-5-3>. Acesso em: 20 abr. 2025.

RUSI. Uncrewed Platforms Have Been Critical to Ukraine's Success in the Black Sea. *Royal United Services Institute (RUSI)*, 2024. Disponível em: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/uncrewed-platforms-have-been-critical-ukraines-success-black-sea>. Acesso em: 20 abr. 2025.

NATO. NATO Tests Counter-Drone Technologies During Exercise. *NATO Newsroom*, 22 set. 2023. Disponível em: https://www.nato.int/cps/en/nato-hq/news_218655.htm. Acesso em: 20 abr. 2025.

U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE. DoD Announces Strategy for Countering Unmanned Systems. *Defense.gov*, 5 dez. 2024. Disponível em: <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3986597/dod-announces-strategy-for-countering-unmanned-systems/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

TRADOC G2. Ukrainian Unmanned Aerial System Tactics. *U.S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC)*, out. 2024. Disponível em: <https://oe.tradoc.army.mil/product/ukrainian-unmanned-aerial-system-tactics/>. Acesso em: 27 abr. 2025.



FUNTE: EMGEPRON

LIÇÕES DA GUERRA NAVAL NO MAR NEGRO PARA O FUTURO DO COMBATE NAVAL



FOTO: Ministério da Defesa da Rússia | TASS | Imagens Getty

Segundo-tenente **ISRAEL BARROS VIVIANI**

Ajudante da Divisão 0-2 - CvBarroso
Aperfeiçoado em Eletrônica

INTRODUÇÃO

Durante a década de 1990, consolidou-se na literatura de Relações Internacionais a crença de que as guerras convencionais entre Estados caminhavam para o fim. Esse otimismo liberal foi contestado recentemente em 24 de fevereiro de 2022, quando a Federação Russa lançou uma ofensiva em larga escala contra a Ucrânia. No domínio marítimo, a supremacia secular da Frota do Mar Negro também foi desafiada: a Ucrânia, sem possuir esquadra (IISS, 2024, p. 211), conseguiu infligir perdas consideráveis ao emprego inovador de mísseis de cruzeiro e de USVs armados. Este artigo investiga as lições desses combates para a evolução da Guerra de Superfície e analisa em que medida podem orientar o planejamento da Marinha do Brasil (MB).

A GUERRA NO MAR NEGRO: PRINCIPAIS EPISÓDIOS (2022–2025)

O primeiro ponto de inflexão ocorreu em abril de 2022, com o afundamento do cruzador de mísseis guiados Moskva. Duas ogivas R-360 Neptune lançadas da costa ucraniana romperam as defesas do navio-capitânia russo, marcando a primeira perda de uma plataforma de comando dessa magnitude desde a Guerra das Malvinas (UK MOD, 2022). O episódio demonstrou a eficácia de vetores terrestres e a importância de sensores capazes de detectar ameaças de baixo perfil sobre o horizonte (CRS, 2023).

A segunda virada deu-se em setembro de 2023, quando mísseis *Storm Shadow*/SCALP empregados por aeronaves ucranianas atingiram diques-secos e navios em reparo na base de Sevastopol. O golpe logístico atra-

sou em meses a manutenção, evidenciando que portos fixos são alvos estratégicos vulneráveis (UK MOD, 2023; REUTERS, 2023).

Paralelamente, o bloqueio naval ao escoamento de grãos ucranianos instaurou uma disputa híbrida que mesclou minas navais, retórica jurídica e pressão econômica. A abertura de um corredor humanitário em 2023 atestou a relevância da superioridade de superfície para a segurança alimentar global.

Por fim, entre 2024 e 2025, a Ucrânia intensificou o emprego de USVs *Magura V5* e *V7*, conduzindo ataques coordenados a distâncias superiores a 800 km. Segundo levantamentos do *Institute for the Study of War* (2025), os drones navais já contribuíram para a neutralização de mais de *um terço dos grandes navios russos* no teatro, tornando-se símbolo da transformação tecnológica em curso.

TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E DOCTRINÁRIAS EMERGENTES

Primeiro, destaca-se a ascensão dos USVs armados. O *Magura V5*, empregado pela Ucrânia, mede 5,5 m, atinge 42 nós e navega até 800 km ou 60 h em piloto automático, carregando 200–250 kg de explosivos (SUTTON, 2024; NAVAL JOURNAL, 2024). Essa massa corresponde à ogiva de um *Exocet MM40*, mas o custo unitário do *Magura*—cerca de US\$ 270 mil—é quase oito vezes menor que os € 2 milhões estimados para

um *Exocet Bloco 3C* (MBDA, 2023). Equipados com carga explosiva ou mísseis, esses meios de baixo custo ampliam o alcance letal de forças e complicam as defesas convencionais baseadas em canhões de alta cadência.

Segunda tendência: a proliferação de mísseis antinavio de longo alcance e de perfis supersônicos ou hipersônicos. O ucraniano *Neptune* derrubou o *Moskva* a quase 300 km (UK MOD, 2022); a Rússia respondeu testando o *Kalibr-NK* além de 1 100 km em 2025 (CRS, 2025). No Brasil, a evolução do MANSUP-ER busca igualar o *Exocet Bloco 3* (\approx 220 km) e reforçar a defesa de área costeira (MARINHA DO BRASIL, 2024). A combinação de velocidade e autonomia de guiagem encurta o ciclo de decisão, exigindo sensores em rede e contramedidas eletrônicas mais robustas.

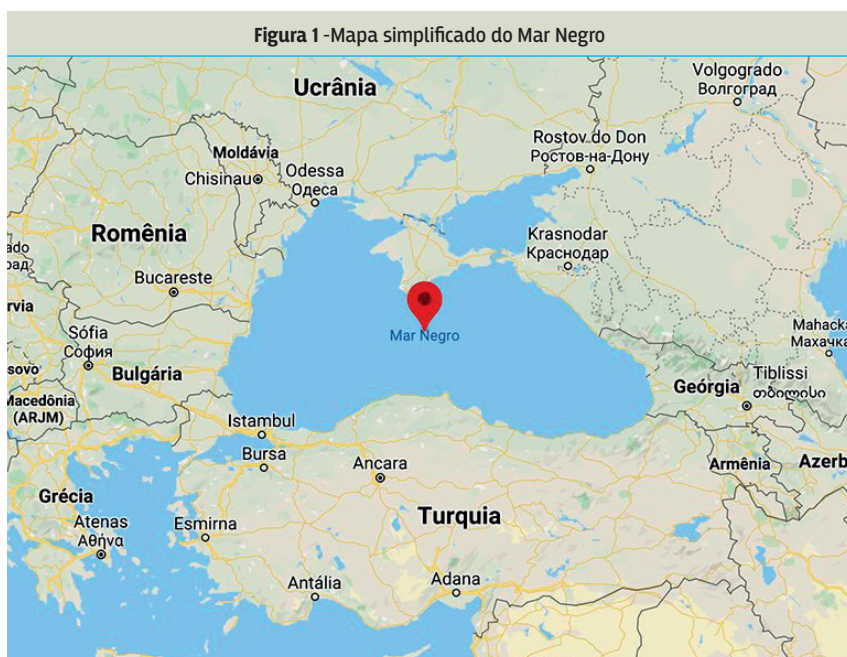
Terceiro, cresce a necessidade de defesas ativas em múltiplas camadas. Sistemas de guerra eletrônica, lasers de alta potência e munições guiadas programáveis passam a compor a última linha de proteção contra enxames combinados de drones aéreos e de superfície.

Por fim, a vulnerabilidade de infraestrutura de apoio. O ataque a Sevastopol mostrou que nenhum investimento em casco ou sistemas antimísseis compensa a exposição de bases operacionais fixas. A tendência é o desenvolvimento de hubs logísticos modulares e dispersos.

IMPLICAÇÕES PARA A PRÓXIMA GUERRA DE SUPERFÍCIE

Essas tendências convergem para um modelo de operações marítimas distribuídas, no qual navios menores, porém numericamente superiores e fortemente conectados, substituem grandes plataformas isoladas. A lógica é diluir o risco e saturar o inimigo com múltiplos vetores simultâneos.

Armas de energia dirigida, sensores passivos de baixo custo e *edge-computing* passarão a integrar escoltas. Ao mesmo tempo, a articulação entre meios tripulados e não tripulados redefine doutrinas de comando e controle.



FONTE: MAR SEM FIM, 2020.



FONTE: Atlantic Council

Para o Brasil, cuja Amazônia Azul abriga rotas de grãos, terminais de petróleo e cabos submarinos, a lição talvez seja investir em USVs de patrulha costeira, atualizar sensores das fragatas Tamandaré para defesa contra drones e colaborar em exercícios de operações distribuídas com parceiros do Atlântico Sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência ucraniana confirma que o domínio marítimo permanece decisivo nos conflitos contemporâneos. USVs, mísseis de cruzeiro e pressões híbridas redesenham a Guerra Naval de Superfície, exigindo adaptação rápida das marinhas. Nesse contexto, faz sentido que o Brasil considere acelerar projetos capazes de integrar plataformas não tripuladas, reforçar defesas ativas e adotar doutrinas de dispersão de forças, mantendo a capacidade de assegurar as vastas áreas sob sua responsabilidade no Atlântico Sul.

REFERÊNCIAS

CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE. Defense Primer: Navy Distributed Maritime Operations (DMO) Concept. IF12599. 2024.

CRS – CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE. *Russia's War in Ukraine: Military and Intelligence Aspects*. R47068. Washington, DC, 14 set. 2023. Disponível em: <https://www.congress.gov/crs-product/R47068>. Acesso em: 03 maio 2025.

GUARDIAN. Russia's Moskva cruiser sinks following Ukrainian claim of missile strike. 14 abr. 2022.

INSTITUTE FOR THE STUDY OF WAR. Russian Offensive Campaign Assessment, 3 mai. 2025. Washington, DC. Disponível em: <https://understandingwar.org/backgrounder/russian-offensive-campaign-assessment-may-3-2025>. Acesso em: 03 maio 2025.

IISS – INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES. *The Military Balance 2024*. London: Routledge, 2024.

MARINHA DO BRASIL. *Programa MANSUP-ER: relatório de progresso 2023-2024*. Rio de Janeiro: Diretoria de Sistemas de Armas, 2024.

MARINHA DO BRASIL. *Fragatas Classe Tamandaré: atualização de sensores e sistemas de defesa aérea*. Informe Técnico, nov. 2023.

MAR SEM FIM. Mapa simplificado do Mar Negro. 2020. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/naufragios-romanos-bizantinos-e-otomanos-no-mar-negro/>.

MBDA. *Exocet MM40 Block 3C: contrato de fornecimento para a Marinha Francesa*. Comunicado de imprensa, 14 jun. 2023.

NAVAL JOURNAL. *MAGURA V5 kamikaze unmanned surface vehicle: ficha técnica*. Naval Journal, 12 fev. 2024.

NAVAL NEWS. First Image of Ukraine's Sidewinder-Armed Magura V7 Surface Drone. Naval News, 4 mai. 2025. Disponível em: First Image Of Ukraine's Sidewinder-Armed Magura V7 Surface Drone - Naval News. Acesso em: 03 maio 2025.

OFFBEAT RESEARCH. Dissecting the September 2023 Sevastopol Dry Dock Strike. 15 nov. 2023. Disponível em: <https://offbeatresearch.com/sevastopol-strike-2023>. Acesso em 03 maio 2025.

REUTERS. *Ukraine hits Russian dry dock with Storm Shadow missiles, damages two warships – sources*. Londres, 14 set. 2023.

SIPRI. *Trends in World Military Expenditure, 2024*. Estocolmo, abr. 2025. Disponível em: <https://sipri.org/sites/default/files/2025-04/fs2404.pdf>. Acesso em 03 maio 2025.

SUTTON, H. I. *Overview of maritime drones (USVs) of the Russo-Ukrainian war*. Covert Shores, 6 jan. 2024. Disponível em: <http://www.hisutton.com/Russia-Ukraine-USVs-2024.html>. Acesso em 03 maio 2025.

UK. MINISTRY OF DEFENCE. *Defence intelligence update on Ukraine – 14 April 2022*. Londres, 2022.

GRUPO CBO

**NAVEGANDO COM
RESPONSABILIDADE,
EFICIÊNCIA E RESPEITO
AO MEIO AMBIENTE.**

Temos orgulho de desbravar o amanhã com **soluções pioneiras, inovadoras e sustentáveis**, sempre guiados por nossos valores e focados na excelência operacional.


Há mais de 45 anos, entre mar e terra, superamos desafios e aproveitamos as oportunidades de alcançar novos horizontes, como o projeto de hibridização do PSV CBO Wiser, que **transformou o setor marítimo brasileiro** e posiciona a CBO na vanguarda da transição energética.




Navegando para o futuro com inovação, responsabilidade e sustentabilidade.



Escaneie o QR Code e conheça todos os detalhes da hibridização do CBO Wiser

 GRUPO CBO: Companhia Brasileira de Offshore

 /grupocbo

Conecte-se

com a **Força que protege os brasileiros** e garante a soberania nacional em terra, no mar e no ar.

PMN



Programa Nuclear da Marinha

PROSUB



Programa de Desenvolvimento de Submarinos

NPa500



Navio-Patrolha de 500 Toneladas



**MARINHA
DO BRASIL**



PROADSUMUS



Programa de Modernização do Poder Naval, ampliando a capacidade operacional por meio da obtenção de meios de Fuzileiros Navais.

SARP-E



Aquisição do Sistema Aéreo Remotamente Pilotado Embarcado "ScanEagle".

SiSGAAz



Sistema de Monitoramento da Amazônia Azul que visa monitorar e proteger a Amazônia Azul.

SIGA-NOS

em nossas mídias sociais



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS OPERAÇÕES NAVAIS

Aplicações nos conflitos tecnológicos atuais

Capitão-Tenente **KASSIO BARBOSA MENDES DE OLIVEIRA**
Encarregado da Divisão de Guerra Acima D'Água - CAAML
Aperfeiçoado em Comunicações

FOTO: Trenton Systems

A guerra naval moderna é travada em um ambiente dinâmico e complexo. Com o advento dos mísseis hipersônicos, o tempo disponível para se detectar, identificar e reagir a esse tipo de ameaça é cada vez menor. Esse tipo de míssil anti-navio já é capaz de alcançar velocidades superiores a Mach 5 (cerca de 3.300 nós) e pode ser lançado a uma distância superior a 1.000 quilômetros do alvo (Thales, 2023).

No campo das ameaças híbridas¹, os drones vieram para ficar. Os sistemas autônomos² são concorrentes desleais quando comparados às plataformas tripuladas, já que estas possuem elevado custo e expõem o operador aos perigos do combate. Além disso, os drones podem ser extremamente letais, capazes de afundar até mesmo um navio de guerra, como ocorreu com o Navio-Patrolha russo “Sergei Kotov” em setembro de 2023 no Mar Negro, conforme apresenta a figura 1.

Os sistemas autônomos aliados à tática de enxame podem saturar drasticamente as capacidades de defesa de uma Força Naval, causando elevados níveis de destruição e com custo humano e material consideravelmente baixo.

Portanto, estamos chegando ao ponto de inflexão quando se fala no uso de operadores humanos na guerra naval. A imensa quantidade de informações a serem

processadas, em um curto espaço de tempo, tornará o processo decisório uma tarefa quase impossível para um ser humano, por mais capacitado que seja. Segundo Thales (2023), no futuro, daremos cada vez mais espaço ao uso da computação avançada, conectividade digital, *Big Data*³ e à Inteligência Artificial.

Nesse contexto, o presente artigo apresentará os novos desafios da guerra naval, com o fito de chamar a atenção para os conflitos tecnológicos atuais, marcados pelo uso massivo de tecnologias disruptivas⁴.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Segundo IBM (c2020b), IA “é uma tecnologia que permite que computadores e máquinas simulem a capacidade de resolução de problemas e a inteligência humana.” Esse termo foi criado por John Mac em 1956, época em que se iniciaram os estudos em IA.

Quanto à abrangência das suas aplicações, Melo (2019) classifica a IA como “Forte” e “Fraca”. A IA Forte é aquela capaz de resolver uma ampla gama de problemas, tal qual ou melhor que um ser humano. Melo afirma ainda que, até o momento, não foi desenvolvido nenhum tipo de IA Forte. Já a IA Fraca, é mais focada em um conjunto restrito de situações, como um jogo de xadrez, por exemplo.



Figura 1 - Ataque de drone ucraniano ao Navio-Patrolha russo "Sergei Kotov".

FONTE: Ministério da Defesa da Ucrânia

Sayler (2020, p. 2) defende que o salto na quantidade de aplicações de IA se deve a três fatores: o advento do *Big Data*, os avanços nas técnicas de aprendizado de máquina⁵ e o aumento da capacidade de processamento dos computadores. Melo (2019) acrescenta que tais avanços tecnológicos contribuíram para o surgimento de novos sistemas de armas autônomos, resultando em uma acirrada corrida armamentista, travada pelos EUA e a China.

O CONFLITO TECNOLÓGICO ENTRE EUA E CHINA

De acordo com Melo (2019), as Estratégias Nacionais de IA estabelecem os objetivos, prioridades, incentivos e padrões que um Estado se compromete em desenvolver visando o crescimento tecnológico em IA. Dentre os diversos países que voltaram suas atenções para as aplicações da IA em defesa, destacam-se os EUA e a China.

A administração Trump, já em seu primeiro mandato (2017-2020) deixou claras as suas intenções quanto à IA. Por meio da *Executive Order (EO)* nº 13859, de 11 de fevereiro de 2019, o governo dos EUA decidiu focar na manutenção da liderança dos EUA na Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em IA e reconheceu o elevado potencial que essa tecnologia tinha em contribuir para o crescimento e segurança da economia norte-americana, bem como na melhoria da segurança nacional e para o aumento da qualidade de vida da sua população (*Federal Archives*, 2019). Tal estratégia se manteve para o mandato corrente.

Seguindo essa orientação, a *U.S. Navy (USN)* vem desenvolvendo diversos projetos de IA, dentre os quais, tem destaque o Projeto *Overmatch*, que visa acelerar o domínio da IA, do aprendizado de máquina e de outras ferramentas necessárias para permitir o emprego de enxames de navios não-tripulados e, dessa forma, manter a Dominância Marítima⁸ no futuro (Sherman,

2021). O Ex-Comandante de Operações Navais da USN, Almirante Michael Martin Gilday (Figura 2), ao se referir ao programa, afirma que: "além de recapitalizar a dissuasão nuclear submarina, não há maior prioridade de desenvolvimento na Marinha dos EUA" (Sherman, 2021).

Nesse sentido, diversos testes vêm sendo realizados pela USN, como o que ocorreu em Janeiro de 2021, quando um navio não-tripulado integrante do Programa "Esquadra Fantasma" navegou cerca de 4.700 milhas náuticas entre a Costa do Golfo do México e a Costa da Califórnia (Lopez, 2021). A viagem foi feita de forma autônoma por aproximadamente 97% do tempo, sendo o navio manobrado por tripulantes apenas na passagem pelo Canal do Panamá.

Lopez acrescenta que, após a travessia, o navio participou do exercício *Dawn Blitz*, com a USN e os *U.S. Marine Corps (USMC)*. Na ocasião o navio mostrou resultados satisfatórios no cumprimento do Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (RIPEAM) e na condução de manobras táticas.

O Governo da China também enxerga a IA como fundamental para o desenvolvimento do seu poderio militar. Tal fato é evidenciado no discurso do Secretário-Geral do Partido Comunista Chinês (PCC), Xi Jinping, no 20º Congresso Nacional em outubro de 2022, quando ele concita a aceleração do desenvolvimento de capacidades de combate autônomas e inteligentes (Stokes, 2024).

Stokes complementa dizendo que a alta demanda de conectividade entre as Forças Navais dos EUA abre brecha para uma gama de vulnerabilidades que podem ser exploradas. Esses pontos fracos incluem a internet, satélites e outras comunicações no espectro eletromagnético. Diante disso, em vez de focar no combate frontal navio-navio, a China decidiu atacar os pontos fracos que ligam os sistemas norte-americanos,



Figura 2 - 32º Comandante de Operações Navais da USN.

FONTE: U.S. DoD

de modo a neutralizá-los ou superá-los. O mesmo autor defende ainda que, diante do dinamismo do ambiente de combate moderno, a identificação e ataque dessas vulnerabilidades requer o sensoriamento, difusão e o processamento de uma vasta quantidade de informação, em uma velocidade que apenas computadores podem suportar. Nessa estratégia, a IA é o ponto central na competição China-EUA.

APLICAÇÕES DA IA NAS OPERAÇÕES NAVAIS

Consciência Situacional

O Centro de Operações de Combate (COC) é o coração de um navio de guerra. É nesse setor vital que chegam as informações táticas e de onde grande parte das operações são controladas. A todo momento, quer seja em tempos de paz ou de guerra, novos dados chegam ao COC. Tais informações podem vir dos sensores de bordo ou até mesmo de outros meios da Força, através do *Link* de dados.

Entretanto, na maioria das vezes, essas informações chegam duplicadas e com discrepâncias ainda não sanadas. Diante disso, cabe ao pessoal de serviço no COC realizar a filtragem, apresentação, avaliação e disseminação desses dados processados aos demais meios da Força, com o fito de manter o quadro tático atualizado e coerente.

Nesse sentido, conforme Defense One (c2025), uma das mais imediatas aplicações de IA será em prover os decisores com um “Quadro Tático Comum”, através da fusão de dados de sensores de todos os ambientes de guerra em uma única apresentação. Dessa forma, será possível reduzir significativamente a carga de trabalho do COC.

Como descrito por Systematic (2023), sistemas de IA combinados com redes de sensores e *Data Analytics*⁷ são capazes de processar uma vasta quantidade de informações oriundas de diferentes fontes, incluindo satélites, radares, sonares e plataformas não-tripuladas. Essas capacidades aumentam consideravelmente a consciência situacional e a eficácia de uma Força Naval, pois permitem a rápida identificação de ameaças, por meio de alarme antecipado,

a mitigação de riscos e facilitam o Processo de Tomada de Decisão (PTD).

Um bom exemplo de aplicação de IA nesse sentido é o sistema *Enhanced Regional Situational Awareness (ERSA)*, ilustrado na Figura 3. De acordo com Lange (2024), o equipamento é utilizado para o monitoramento do espaço aéreo de *Washington, D.C.* e foi instalado após os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001. Lange acrescenta que o sistema é operado em conjunto pela Guarda Nacional e pelo Exército dos EUA, o que comprova sua aplicabilidade em operações militares.

À medida que ameaças aéreas são detectadas pelo sistema, um alarme é apresentado ao operador e este avalia se é necessário entrar em contato com a aeronave para advertir sobre o tráfego não autorizado. Conforme relatos dos operadores, o sistema tem elevado alcance e confiabilidade, sendo capaz de identificar alvos bem pequenos, como pássaros, por exemplo.

Trazendo essa tecnologia para o campo das Operações Navais, o ERSA apresenta potencial de ser aplicado, por exemplo, em substituição ou em apoio ao Serviço de Vigia, função muito importante na identificação positiva de contatos nas proximidades da Força, sejam eles aéreos, de superfície ou submarinos.

A qualidade na execução do Serviço de Vigia depende de diversos fatores, dentre os quais, vale destacar a possibilidade de erro humano, a fadiga, o nível de adestramento, experiência, limitações físicas da visão



Figura 3 - Sistema ERSA

FONTE: U.S. DoD

humana e a acuidade visual do militar, vulnerabilidades que podem ser mitigadas com o uso do ERSA. Além disso, o uso dessa tecnologia afastaria os perigos inerentes ao exercício da função, como a exposição a emissões eletromagnéticas do próprio navio e a limitada proteção em caso de ataque inimigo.

Apoio ao Processo de Tomada de Decisão (PTD)

Quando um Comandante de Força se depara com um problema militar, a decisão a ser tomada é alcançada por meio de uma metodologia específica, o Processo de Planejamento Militar (PPM). A Marinha do Brasil (2024, p. 3-1) divide o PPM em três fases: o Exame da Situação, a Elaboração de Planos e Ordens e o Controle da Operação Planejada.

Na fase de Exame da Situação, o Comandante de Força, com auxílio do seu Estado-Maior, busca compreender os fatos referentes ao ambiente de operação, às Forças combatentes e aos Fatores de Tempo e Distância (FTD). Após essa análise inicial, são formuladas as Possibilidades do Inimigo (PI) e as Linhas de Ação (LA) da própria Força. Em seguida, as PI são confrontadas com as LA, com o fito de subsidiar o Comandante quanto à LA a ser seguida (MARINHA DO BRASIL, 2024 p. 3-1).

Ao realizar a análise de dados históricos e conduzir simulações em diferentes cenários, a IA se mostra como uma valiosa ferramenta no PTD. Com ela, é possível se obter previsões e recomendações rápidas e precisas, o que a torna crucial diante do dinamismo do teatro de operações navais. A IA permite ainda a avaliação dos resultados de diferentes LA, a análise do risco e a otimização da alocação de recursos (Systematic, 2023).

Na fase de Elaboração de Planos e Ordens, o plano de ação é posto em um documento formal, a Diretiva, a ser distribuído aos Comandos subordinados. Para essa etapa não se vislumbram grandes ganhos com o uso da IA, sendo essa subutilizada.

Por último, temos o Controle da Operação Planejada. Aqui, o Comandante verifica se a operação está sendo executada conforme o planejado e se a missão está sendo cumprida. Caso contrário, ajustes deverão ser feitos (MARINHA DO BRASIL, 2024 p. 3-1). Do ponto de vista de Systematic (2023), sistemas de auxílio à decisão baseados em IA são capazes de prover atualizações em tempo-real e de sugerir estratégias alternativas, com base em circunstâncias variáveis, permitindo

que Forças Navais possam se adaptar rapidamente e mantenham a prontidão e capacidade de combate no teatro de operações.

De modo geral, o uso da IA no PTD facilitará o trabalho do Estado-Maior de uma Força, dará mais segurança ao decisor e aumentará consideravelmente a eficiência da operação em curso.

Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição de Eficiência

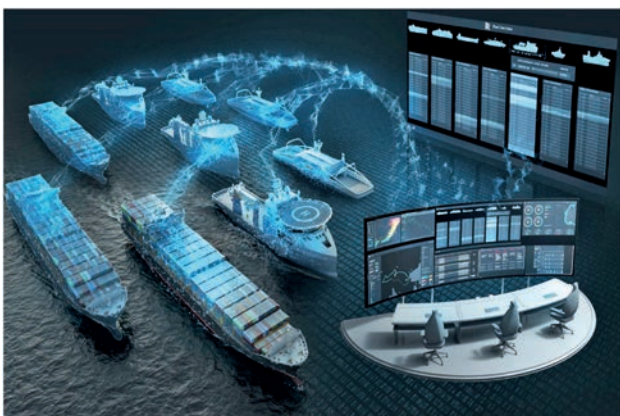
A prontidão dos meios navais é essencial para se ter uma Marinha forte e capaz de cumprir plenamente a sua missão. Para que isso ocorra, a manutenção das unidades deve ser priorizada. Entretanto, essa não é uma tarefa fácil. A alta complexidade dos sistemas navais traz a necessidade de volumosas quantias de recursos financeiros. Quando se tem toda uma Esquadra para manter, o problema é ainda maior. Com isso, observa-se o quão importante é a otimização do processo de manutenção dos meios e a alocação dos recursos financeiros para tal.

Conforme relato de Joseph Adir, CEO da empresa WinTech.AI:

“A manutenção programada é conduzida pelo OEM [Fabricante de Equipamento Original], que muitas vezes é motivado a vender mais peças de reposição porque ganha mais dinheiro dessa forma. [...] A manutenção preditiva, por outro lado, informa a condição real dos componentes – de uma bomba d’água a todo o sistema de propulsão – e o que precisa ser feito para evitar falhas ou quebras. Isso significa que equipamentos caros duram mais.” (Site BoatShopping, 2021).

Para Systematic (2023), os sistemas de IA aliados às tecnologias de redes de sensores, *Big Data* e aprendizado de máquina possibilitam um melhor acompanhamento dos dados obtidos dos sensores instalados nos equipamentos, a verificação da performance dos sistemas e o registro mais eficientes desses dados para uso futuro. Tudo isso corrobora para a previsão de futuras falhas nos sistemas, na identificação de requisitos de manutenção e na otimização da programação das mesmas.

Destarte, o uso de sistemas de IA atribui uma postura proativa à manutenção, dando mais previsibilidade às falhas e agilidade ao processo de aquisição de sobressalentes, reduzindo assim, os períodos de inatividade dos meios navais.



FONTE: Asean Lines Smart Route Inc

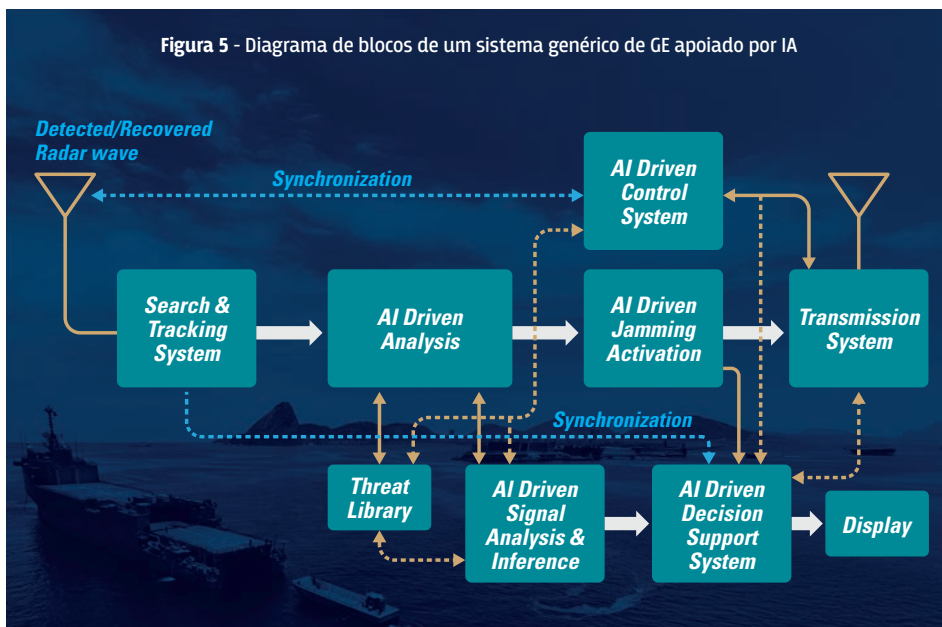
POSSIBILIDADES NA GUERRA ELETRÔNICA (GE)

Para Purabi e Mastorakis (2020, p. 224761), a GE é uma das mais importantes características das batalhas modernas. Aliado a isso, avanços recentes nos algoritmos de IA sugerem que essa tecnologia emergente pode ser bastante efetiva em diversos campos da GE, como processamento de sinais RADAR para reconhecimento e classificação de emissores, na detecção e reação à *Jammer*, dentre outros. Ademais, técnicas de IA permitirão que sistemas de GE possam operar de forma autônoma, trazendo rapidez e confiabilidade a esse ambiente de guerra.

Conforme explica Purabi e Mastorakis (2020, p. 224775), a antena converte a energia eletromagnética recebida em um sinal elétrico que possa ser utilizado pelos demais módulos. O “*Search and Tracking System*” (STS), monitora continuamente o espectro eletromagnético para localizar emissões amigas ou inimigas. Esse módulo identifica a frequência e a marcação do sinal recebido. Já o “*AI Driven Analysis*” (AIDA), é responsável por medir demais parâmetros do sinal, como a Frequência de Repetição de Pulso (FRP), a Largura de Pulso (LP), potência, polarização e o tempo de chegada. Todas essas informações alimentarão a “*Threat Library*” (TL), um banco de dados contendo

os parâmetros de emissões inimigas. Adicionalmente, o módulo “*AI Driven Signal Analysis and Interference*” (AIDSAI) compara os parâmetros do sinal recebido com os dados contidos na “*Threat Library*”, de modo a determinar se a emissão é proveniente de unidades amigas ou inimigas. Dependendo dessa decisão, a unidade “*AI Driven Jamming Activation*” (AIDJA) é acionada, caso se trate de uma emissão inimiga. Nessa situação, a antena de transmissão direciona o sinal de *Jamming*⁸ ao alvo. Todos os módulos do sistema são controlados e sincronizados pela unidade central, o “*AI Driven Control System*” (AIDCS).

No sistema genérico descrito acima, a utilização de IA em alguns módulos traz consigo um horizonte de possibilidades. No módulo AIDA, por exemplo, aplicando-se técnicas de aprendizado de máquina, o sistema pode ser treinado para reconhecer que o inimigo está usando um Diagrama de Irradiação⁹ (DI) ou até mesmo fazer uso dessa tática e, dessa forma, conciliar a necessidade de emitir da Força com a manutenção da sua furtividade. A percepção de que uma unidade inimiga está usando um DI e a determinação do padrão específico empregado é uma tarefa bem complicada. Todavia, com o auxílio de IA, esse processo se torna mais fácil e expedito. A partir do momento em que o AIDA reconhece um padrão de DI, esse dado pode ser armazenado na “*Threat Library*” e ser disseminado para as demais unidades da Força, permitindo assim, o aprimoramento da consciência situacional e a redução do tempo de resposta à ameaças.



FONTE: IEEE

Com relação à radiogoniometria¹⁰, a IA também tem pontos a somar. Quando pelo menos três unidades da Força têm à disposição o módulo STS, sendo estes conectados em rede e gerenciados por uma unidade de coordenação, a triangulação das emissões pode ser feita de forma automática, atribuindo mais precisão e rapidez ao processo. Vale salientar ainda a drástica redução no tráfego na rede de coordenação de GE por voz, quando comparado com o procedimento manual.

Quanto às Medidas de Proteção Eletrônica (MPE), a IA pode ainda ser empregada como uma contramedida ao *jamming* proveniente do inimigo. Purabi e Mastorakis (2020, p. 224776) relatam que, empregando técnicas de Redes Neurais¹¹ e aprendizado de máquina, é possível treinar um sistema de IA para rapidamente perceber um bloqueio eletrônico e, então, reagir da maneira mais adequada, aplicando um salto em frequência, por exemplo. A propósito, ao perceber que uma determinada área do teatro de operações sofre com *jamming* inimigo, o sistema de IA pode assessorar quanto às melhores faixas de frequência a serem empregadas em determinados setores da formatura.

Portanto, pode-se concluir que a IA será o ponto central da GE do futuro. A medida que o tempo passa, o fluxo necessário de informações e a rapidez das ações nesse ambiente de guerra só aumentam, deixando assim, pouca margem para interferência humana nesse processo.

A fim de comprovar a eficácia da aplicação da IA na GE, diversos testes vêm sendo conduzidos pelo mundo. Purabi e Mastorakis (2020, p. 224776) apresentam os seguintes resultados:

TÉCNICA DE IA	CAMPO DA GE	EFICÁCIA/PRECISÃO
Redes neurais para determinação do tipo de modulação	MAGE ¹²	96,10%
Redes neurais para reconhecimento de sinais de RADAR de abertura sintética	MAGE	99,80%
Redes neurais para reconhecimento e classificação de sinais de RADAR	MAGE	84%
Redes neurais para reconhecimento da forma de onda de radares.	MAGE	94,50%
Redes neurais para detecção e despistamento de <i>jamming</i>	MAGE	95,20%
Aprendizado de máquina para escolha do <i>jamming</i> adequado	MAE ¹³	98,34%
Aprendizado de máquina e redes neurais para detecção de ameaças, classificação e seleção de contramedidas	MAGE/MPE ¹⁴	96%
Aprendizado de máquina e redes neurais para reconhecimento de parâmetros de antenas	MAGE	90%

TABELA: Eficácia e precisão de diferentes técnicas de IA aplicadas à GE

ALGUNS ASPECTOS NEGATIVOS DA IA

Embora os sistemas de IA tenham um futuro promissor nas operações navais, não se pode ainda confiar cegamente nessa tecnologia. Conforme defendem Purabi e Mastorakis (2020, p. 224774), as técnicas de IA são fortemente dependentes de uma grande quantidade de dados. Uma vez que essas informações são provenientes de diversas fontes, dados incorretos ou mal filtrados podem causar prejuízos no aprendizado da máquina e, consequentemente, respostas indesejadas pelo sistema.

Purabi e Mastorakis (2020, p. 224774) chamam a atenção ainda para um outro desafio: as operações de despistamento inimigas. Nessas situações, a diferenciação entre contatos similares seria bem difícil para o sistema, podendo causar ataques acidentais a alvos errados e, com isso, implicações estratégicas negativas.

No contexto da GE, os mesmos autores alertam que as técnicas de IA usadas para classificação de sinais requerem uma considerável quantidade de dados já identificados, de forma a alimentar as suas bibliotecas de sinais e permitir assim, a otimização do processo. Entretanto, atualmente, os sistemas de GE são bastante ágeis, capazes de mudar os seus parâmetros e de se adaptar rapidamente ao ambiente de operação. Em virtude disso, o desempenho dos sistemas de IA será incerto se eles não forem devidamente “apresentados” à todas as possibilidades de entradas que eles podem receber durante o combate.

Em síntese, a autonomia dos sistemas de IA ainda é questionada em determinadas situações, quando a interferência humana ainda é necessária para o processo de treinamento da máquina para o refinamento dos dados de entrada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o que foi apresentado até aqui, percebe-se que a IA estará bastante presente nas operações navais do futuro, atribuindo mais rapidez e precisão às ações. Não é à toa que as duas maiores potências bélicas do mundo (EUA e China) estão investindo vultuosas quantias em pesquisa e desenvolvimento em IA aplicada à defesa.

Entretanto, em virtude do fato de ainda não haver indícios da existência de sistemas de IA Fortes, percebe-se que ainda há um longo caminho a ser percorrido no sentido de aumentar a confiabilidade da implementação desses sistemas em combate. Por enquanto, essa tecnologia é um excelente auxílio a decisão, porém, sua autonomia é questionada em certas situações.

NOTAS

- 1 - Ator que realiza uma nova forma de guerrear pelo emprego de modernas tecnologias e redes de comunicação, arte operacional irrestrita, além de novas combinações de capacidades convencionais e não convencionais [...] (Brum, 2016 apud Wieland, 2022, p. 35).
- 2 - Sistemas autônomos são aqueles que podem mudar seu comportamento, em resposta a eventos não antecipados durante sua operação (Watson; Scheidt, 2005 apud Melo, 2019).
- 3 - A vasta quantidade de informação gerada diariamente através dos mais diversos dispositivos eletrônicos e o tratamento analítico dessa informação através de diversas ferramentas Tecnológicas, com o intuito de se obter padrões, correlações e percepções que podem auxiliar em tomadas de decisões nas mais diversas áreas (Galdino, 2016).
- 4 - Aquela que revoluciona, de maneira significativa, a solução que era anteriormente utilizada ou simplesmente cria um novo mercado, produto ou serviço (Totvs, 2024).
- 5 - Uso de conjuntos de dados rotulados para treinar algoritmos para classificar dados ou prever resultados com precisão. À medida que os dados de entrada são alimentados no modelo, o modelo ajusta seus pesos até que tenha sido ajustado adequadamente (IBM, c2020a).
- 6 - Capacidade de um país ter controle sobre os mares e oceanos, o que envolve a defesa, a exploração e o uso dos recursos marítimos.
- 7 - Ciência de analisar dados para obter conclusões e *insights*. É uma área multidisciplinar que utiliza técnicas de análise, como estatística, matemática e ciência da computação.
- 8 - Técnica de bloqueio eletrônico que visa dificultar o uso do espectro eletromagnético pelo alvo.
- 9 - Plano de controle de emissões, onde são alocados momentos específicos para transmissão, bem como para cumprimento de silêncio eletrônico, quando é proibido transmitir.
- 10 - Técnica que visa determinar a localização da fonte emissora de sinais rádio.
- 11 - Programa de aprendizado de máquina, ou modelo, que toma decisões de uma forma semelhante ao cérebro humano, utilizando processos que imitam a maneira como os neurônios biológicos trabalham juntos para identificar fenômenos, avaliar opções e chegar a conclusões IBM (c2020c).
- 12 - Medidas de Apoio à GE (MAGE).
- 13 - Medidas de Ataque Eletrônico (MAE).
- 14 - Medidas de Proteção Eletrônica (MPE).

REFERÊNCIAS

- DEFENSE ONE. *Artificial Intelligence for the Warfighter: How Emerging Technologies are Changing Decision-Making*. c2025. Disponível em: <<https://www.defenseone.com/insights/cards/how-ai-changing-way-warfighters-make-decisions-and-fight-battlefield/?oref=d1-cards-prev-nav>>. Acesso em: 04 mar. 2025.
- FEDERAL ARCHIVES. *Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence*. 2019. Disponível em: <<https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-american-leadership-in-artificial-intelligence>>. Acesso em: 25 jan. 2025.

GALDINO, Natanael. Big Data: Ferramentas e Aplicabilidade. *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia: Desenvolvimento de Competências Frente aos Desafios do Amanhã*. 13., 16, Resende-RJ. *Anais Eletrônicos...* Resende-RJ, 2016, Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/472427.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2025.

IBM. *Aprendizado de Máquina versus Deep Learning versus Redes Neurais*. c2020a. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/machine-learning>>. Acesso em: 20 mar. 2025.

IBM. *O que é inteligência artificial (IA)?*. c2020b. Disponível em <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/artificial-intelligence>>. Acesso em 23 jan. 2025.

IBM. *O que é uma rede neural?*. c2020c. Disponível em <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/neural-networks#:~:text=Uma%20rede%20neural%20é%20um,opções%20e%20chegar%20a%20conclusões>>. Acesso em 23 jan. 2025.

LANGE, Katie. *New AI-Enabled Cameras Improve Airspace Monitoring in Washington Area*. 2024. Disponível em: <<https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/3977550/new-ai-enabled-cameras-improve-airspace-monitoring-in-washington-area/>>. Acesso em: 30 jan. 2025.

LOPEZ, Todd. *DOD's Autonomous Vessel Sails Through Transit Test, Participates in Exercise Dawn Blitz*. 2021. Disponível em: <<https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/2471165/dods-autonomous-vessel-sails-through-transit-test-participates-in-exercise-dawn/>>. Acesso em: 25 jan 2025.

Marinha do Brasil – Estado-Maior da Armada: “Manual de Planejamento Operativo da Marinha – EMA-331 Rev. 1”. 2024.

MELO, Gabriel *et al.* *A Corrida Armamentista pela Inteligência Artificial*. In: CONGRESSO ACADÊMICO SOBRE DEFESA NACIONAL, 16., 2019, Rio de Janeiro. *Anais Eletrônicos...* Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/ajuste-01/ensino_e_pesquisa/defesa_academia/cadn/artigos/xvi_cadn/aa_corridaa_armamentistaa_pelaa_inteligencia_artificial.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

PURABI, S. K. K. S.; MASTORAKIS, N. E. Artificial Intelligence Aided Electronic Warfare Systems: Recent Trends and Evolving Applications. *IEEE Access*, vol. 8, p. 224761-224780, dez. 2020. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9292960>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SAYLER, K. M. *Artificial Intelligence and National Security*. *Congressional Research Service (CRS)*, Washington DC, USA, 2020. Disponível em: <<https://crsreports.congress.gov/product/details?prodcode=R45178>>. Acesso em: 23 jan 2025.

SHERMAN, Jason. *Navy Aims to Fast-Track Artificial Intelligence, Machine Learning to Maintain Dominance*. *Seapower Magazine*. 2021. Disponível em: <<https://seapowermagazine.org/navy-aims-to-fast-track-artificial-intelligence-machine-learning-to-maintain-dominance/>>. Acesso em: 25 jan. 2025.

STOKES, Jacob. *Military Artificial Intelligence, the People's Liberation Army, and U.S.-China Strategic Competition*. 2024. Disponível em: <https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/documents/Jacob_Stokes_Testimony.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2025.

SYSTEMATIC. *Advantages of AI in the Maritime Battlespace: Enhancing Naval Operations*. 2023. Disponível em: <<https://systematic.com/en-gb/industries/defence/news-knowledge/blog/advantages-of-ai-in-the-maritime-battlespace-enhancing-naval-operations/>>. Acesso em: 17 jan. 2025.

THALES. *Defeating new Above Water Warfare threats*. 2023. Disponível em: <<https://www.thalesgroup.com/en/countries-europe/united-kingdom/news/defeating-new-above-water-warfare-threats>>. Acesso em: 17 jan. 2025.

TOTVS. *O que significam as tecnologias disruptivas e exemplos*. 2024. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/inovacoes/tecnologias-disruptivas/>>. Acesso em: 23 jan. 2025.

WIELAND, Eduardo Augusto. Guerra Híbrida no Ambiente Marítimo: Uma Compreensão Inicial. *Revista CEDEPEM*. v. 2, n. 1, p. 34-41, jan./mar. 2022. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/cedepem/files/2023/07/Wieland.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2025.



PROTEGENDO O MEIO AMBIENTE E ZELANDO
PELA SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO
NA ZP-10, ALAGOAS E SERGIPE

Edf. Ocean Tower, Av. Dr Antonio Gouveia, 61
Sala 501 - CEP: 57.030-170 - Pajuçara, Maceió-AL

CoastShield, a solução da Omnisys para assegurar a soberania brasileira na vigilância costeira



- O CoastShield é um sistema avançado de vigilância costeira, modular e escalável, que integra múltiplos sensores de alto desempenho, entre os quais se destaca o radar CoastWatcher.

- Com alcance de até 100 milhas náuticas, foi projetado para monitorar e identificar, em tempo real, atividades nas águas costeiras e no espaço aéreo de baixa altitude, mesmo nas condições climáticas mais severas.

- O CoastShield é a solução desenvolvida para assegurar a soberania e a segurança de um país e, assim, promover seu desenvolvimento econômico, garantindo o controle eficaz de sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE).

O ambiente marítimo apresenta complexidade crescente, marcada pelo aumento do número e da diversidade de ameaças e atividades ilegais, que coexistem com as atividades civis tradicionais. Condições climáticas imprevisíveis e extensas linhas costeiras são outros desafios a serem enfrentados. Esse cenário exige soluções robustas para detectar, identificar, classificar e monitorar alvos e comportamentos em tempo real.

Esse ambiente complexo torna a vigilância costeira essencial para proteger a soberania e a segurança nacionais, controlar e monitorar as zonas de pesca e as operações marítimas, bem como salvaguardar infraestruturas críticas, como parques eólicos offshore, portos e terminais, bases navais, plataformas e cabos submarinos.

Dada a realidade e o contexto atual, torna-se imperativo o aprimoramento da vigilância costeira por meio de sistemas capazes de detectar e analisar esse ambiente complexo e, em particular, comportamentos anormais que indiquem potenciais ameaças de forma antecipada. A Omnisys, subsidiária do Grupo Thales, conta com quase 30 anos de história em sistemas de monitoramento e vigilância, além de dispor de toda a expertise do grupo, e tem no CoastShield a solução para assegurar a soberania brasileira na vigilância costeira. O sistema combina uma série de sensores avançados, integrados para operação em tempo real, fornecendo dados sobre meios de superfície e vetores aéreos de baixa altitude. Com alcance de até 100 milhas

náuticas, o sistema fornece uma visão marítima ampla e auxilia as autoridades marítimas a tomar decisões apropriadas em contextos de ameaças, assim como em missões de busca e salvamento (SAR), promovendo a coordenação e a tomada de decisões colaborativas.

Capaz de detectar e rastrear simultaneamente inúmeros alvos de pequeno porte, o CoastShield assegura essa capacidade graças ao renomado radar de vigilância costeira de longo alcance CoastWatcher 100, que oferece desempenho excepcional mesmo em condições adversas. Além disso, o CoastWatcher 100 integra um receptor AIS (Sistema de Identificação Automática), que recebe dados de identificação, posição, rumo e velocidade de embarcações. Gerando um grande volume de dados, todos transmitidos ao Centro de Controle, o sistema emprega capacidades de Inteligência Artificial para acelerar a classificação necessária pelas Forças e, em especial, pelo operador.

Além do radar de vigilância costeira de longo alcance CoastWatcher 100, o CoastShield integra uma suíte de recursos complementares, incluindo sistemas de rádio, sensores eletro-ópticos de longo alcance e um sistema de gerenciamento de vídeo, com capacidade de seleção, controle e designação de câmeras, além de gravação. Sua arquitetura aberta também permite a integração de drones (VANTs) e meios táticos complementares, como satélites e IMSI catchers (antena isca de celular que identifica e localiza aparelhos próximos), bem como outros sensores e sistemas, conforme requisitos específicos dos clientes.

O CoastShield é uma solução flexível e escalável que consolida dados de diversos sensores para oferecer um quadro situacional marítimo abrangente, em tempo real, adaptado às necessidades do cliente. Pode variar de uma única estação costeira gerida localmente a uma rede de estações interligadas com múltiplos centros de controle, integrando comunicações por voz e dados. A Omnisys, certificada como Empresa Estratégica de Defesa pelo Ministério da Defesa, apoia seus clientes durante todo o ciclo de vida da solução, desde a concepção e definição de sensores, fabricação e integração, até treinamentos regulares e suporte logístico integrado, assegurando total disponibilidade do sistema.

A GUERRA HÍBRIDA

Suas Implicações para a Estratégia de Defesa Marítima do Brasil



FOTO: Marinha do Brasil

Capitão de Fragata **RAFAEL REIS DA SILVA**

Chefe do Departamento de Instrução e Adestramento - CAAML
 Aperfeiçoado em Armamento

INTRODUÇÃO

A pós o término da Guerra Fria (1947-1989), houve uma intensa argumentação sobre a transformação das características das guerras, resultando no surgimento de novos paradigmas e na formulação de diferentes perspectivas sobre a distinção entre conflitos passados, atuais e os prósperos. Em alguns dos conflitos contemporâneos, conhecidos como Guerras Híbridas, os possíveis inimigos, sejam Estados, grupos apoiados por outros Estados ou atores recebendo auxílios financeiros, aproveitam o alcance ao poderio bélico de última geração.

No início do século XXI, surgiu o conceito de Guerra Híbrida, à medida que as forças armadas ocidentais se envolviam em operações militares complexas, como a guerra no Afeganistão em 2001 e no Iraque em 2003. Outro conceito comentado é a Zona Cinzenta. Na Zona Cinzenta, onde alguns especialistas definem como um

espaço entre a paz e a guerra, as relações entre Estados Nacionais estão se transformando e as inovações tecnológicas são usadas para obter maior controle de propaganda e influência. Enquanto em guerras declaradas, os recursos militares, informações e capital são as armas mais fortes, na zona cinzenta, a narrativa e a manipulação de percepções formam o objeto central. Alguns defensores da definição de Guerra Híbrida e Zona Cinzenta estão elevando a importância desses conceitos a serem uma nova teoria da guerra.

Sendo assim, a Guerra Híbrida representa um desafio complexo para as forças navais contemporâneas, incluindo a Marinha do Brasil (MB), que combina táticas militares convencionais e, até mesmo, irregulares, operações cibernéticas, guerra de informação, guerra econômica e outras formas de influência não militar para alcançar objetivos estratégicos.

GUERRA IRREGULAR, GUERRA HÍBRIDA E PODER NACIONAL

A Guerra Irregular é tipicamente caracterizada por estratégias que se afastam das normas tradicionais de conflito armado entre nações. Este tipo de guerra envolve frequentemente atores não estatais, como grupos insurgentes ou milícias, que utilizam métodos como a guerrilha, o terrorismo e a subversão para combater forças convencionais ou alcançar objetivos políticos.

Enquanto isso, a Guerra Híbrida, além de englobar a guerra irregular, combina elementos de guerra convencional, de informação e cibernética para criar um conflito mesclado e altamente adaptável. Esta forma de guerra envolve a aplicação simultânea de diversos métodos que vão além dos combates convencionais, incluindo ciberataques, campanhas de desinformação, sanções econômicas e operações militares limitadas. Estas táticas são usadas para atingir os objetivos estratégicos de um adversário sem recorrer a uma guerra total, criando uma nebulosidade na linha entre paz e guerra.

Outro estudo importante seria a conexão do Poder Nacional com a Guerra Híbrida. A integração dos meios de toda ordem, onde toda a sociedade conta para influir no cenário mundial, a partir do desenvolvimento de pressões e contrapressões, pode ser definido com Poder Nacional. As expressões deste Poder são: Poder Psicossocial, Poder Político, Poder Econômico e Poder Militar. Pode-se dizer que o Poder Nacional possui uma relação estreita com Guerra Híbrida, pois o confronto entre um Estado beligerante contra o outro, isto é, o enfrentamento de seus respectivos Poderes Nacionais,

estaria, no ambiente da guerra híbrida, deixando de ser do domínio militar, e passando a exercer forte influência nos campos Psicossocial, Político e Econômico. Um exemplo sobre esta conexão é o conflito Rússia-Ucrânia, onde, na visão da Ucrânia, antes do início da guerra, a Rússia estava empregando os componentes econômico, informacional, diplomático e militar da Guerra Híbrida, obtendo influência nas relações político-militares na região do Mar Negro.

Para a MB, compreender a Guerra Híbrida é uma grande meta, ao alinhar a doutrina militar brasileira para contribuir em adaptações necessárias para enfrentar essas ameaças de maneira eficaz. Isso não apenas fortalece a segurança nacional, mas também auxilia para a estabilidade global e da região de influência.

A VISÃO BRASILEIRA SOBRE A GUERRA HÍBRIDA

É fundamental que o Brasil compreenda a Guerra Híbrida. A ausência de consciência desse conceito pode expor a riscos, comprometendo recursos e esforços para lidar com suas consequências. Em vez disso, deve-se investir em ações proativas para o desenvolvimento nacional, principalmente nos aspectos políticos, econômicos, diplomáticos, sociais e militares.

A visão brasileira sobre a Guerra Híbrida pode ser demonstrada a partir de uma série de parâmetros que abrangem desde a segurança nacional até a diplomacia internacional. Em primeiro lugar, é essencial que o Brasil continue a fortalecer suas forças armadas, a partir de construção, aquisição e modernização de meios operativos, de alta tecnologia, assim como, recrutando e empregando a tropa com adestramento de elevado



Fonte: Xtend/Handout via Reuters Connect



Fonte: RODRIGUES, Fernando. Avaliação das implicações do conceito de guerra híbrida para segurança nacional, 2021. | Arte: SO Severiano

nível. Além disso, a colaboração com outras nações, no âmbito político, especialmente as que estão em seu entorno estratégico, é importante para construir uma rede de inteligência eficaz com finalidade de detectar e neutralizar ameaças antes que se concretizem.

No aspecto econômico, o Brasil deve diversificar suas parcerias comerciais e investir em setores estratégicos, como Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Essas ações não apenas aumentam a independência econômica, mas também subsidiam o desenvolvimento de uma sociedade mais informada e resiliente. A educação acarreta um poderoso compromisso para formação de cidadãos conscientes. Iniciativas que fomentam a educação em segurança cibernética, por exemplo, podem preparar tanto civis quanto militares para enfrentar os desafios da Guerra Híbrida.

Sobre a diplomacia brasileira, esta deve promover o país como um ator global que busca a paz e cooperação, assim como assertivo e capaz de defender seus interesses. Isso resulta em buscar alianças estratégicas que respeitem a soberania nacional e favorecem o desenvolvimento mútuo. A imagem brasileira na comunidade internacional, associada a valores como democracia e respeito aos direitos humanos, fortalece a posição e amplia a capacidade de formar coalizões em resposta às ameaças híbridas.

A sociedade civil, como as Organizações não governamentais, institutos acadêmicos e o setor privado, tem uma função indispensável na construção da perspectiva. A participação pública na segurança nacional aumenta a transparência e a confiança nas instituições, determinante em um mundo cada vez mais interconectado e complexo.

O desenvolvimento da visão brasileira no cenário internacional requer a integração de esforços em várias frentes. No aspecto militar, aprimorar a inteligência militar, a defesa cibernética e a guerra psicológica, bem como a importância do apoio interagências e internacional até a promoção de uma diplomacia ativa colaboram para consolidar a posição do Brasil como uma nação soberana e firme, capaz de responder eficazmente aos desafios da Guerra Híbrida.

O ALVO DE UMA GUERRA HÍBRIDA: O BRASIL

Para mencionar sobre a possibilidade do Brasil ser alvo de uma Guerra Híbrida, podem ser citadas as manifestações, ataques cibernéticos, desinformação durante períodos eleitorais, influência política e sabotagem econômica. Um exemplo disso foi a manifestação de 2013, que, apesar de originadas por demandas sociais legítimas, devido ao aumento na tarifa de transporte na cidade de São Paulo, com movimentos por todo o país, podem ter sido aproveitadas por agentes externos e internos para incentivar a desestabilização política¹. Esses eventos podem ser vistos como um prelúdio para uma série de crises políticas subsequentes. Outro exemplo é a descoberta de reservas de petróleo do pré-sal em Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), sendo um possível catalisador para o aumento do interesse estrangeiro no Brasil, intensificando as dinâmicas de Guerra Híbrida².

No cenário brasileiro, a discussão sobre a Guerra Híbrida torna-se relevante diante dos recentes eventos políticos e sociais que indicam a possibilidade do país ser um terreno para essas estratégias. Especialistas apontam que o Brasil, com sua abundante riqueza natural, posição geopolítica e potencial econômico, pode ser um alvo atrativo para ameaças híbridas, com o objetivo de desestabilizar sua influência interna e externa.

O Brasil enfrenta um obstáculo nesse contexto. Por um lado, há uma estrutura militar e de defesa bem instituída, porém em desenvolvimento para lidar com estes tipos de ameaças. Por outro lado, a polarização política e vulnerabilidades sociais tornam suscetíveis a táticas de Guerra Híbrida, como desinformação e manipulação da sociedade. Para participar ativamente, o Brasil deve fortalecer as organizações civis e militares e estimular uma sociedade informada, contra as tentativas da atuação do conflito híbrido.



Fonte: História Militar em Debate | Arte: SO Severiano

Apesar de ser um ator geopolítico regional importante, o Brasil não pode descartar a possibilidade de ser alvo de Guerra Híbrida. Para isso, é necessária adotar uma atitude heterogênea, combinando vigilância estratégica, cooperação internacional e fortalecimento da política nacional. O Brasil tem o potencial e a responsabilidade de assumir um papel ativo na prevenção e combate desta guerra, protegendo sua soberania e território, propiciando a estabilidade mundial.

IMPLICAÇÕES PARA A ESTRATÉGIA DE DEFESA MARÍTIMA DO BRASIL

Uma das prioridades estratégicas referente à Defesa Naval expressa a compreensão da responsabilidade da MB na Guerra Híbrida, que ainda se encontra em fase de desenvolvimento. Com isso, a tarefa da MB na Guerra Híbrida envolve a combinação de meios convencionais e não convencionais de conflito. No âmbito doméstico, a MB atua na proteção da soberania nacional, monitorando e defendendo a Amazônia Azul³, que compreende a extensa zona econômica exclusiva brasileira e possui grande importância estratégica devido aos seus vastos recursos naturais, incluindo petróleo, gás e biodiversidade marinha. As ameaças híbridas tornam-se cada vez mais presentes nessa região, exigindo um controle eficaz da MB. Para mitigar tais ameaças, a MB deve intensificar o monitoramento e a vigilância da Amazônia Azul por meio do uso de tecnologias avançadas, como drones, satélites e sistemas de radar, garantindo a proteção das infraestruturas críticas e dos recursos estratégicos.

Neste contexto, a Marinha do Brasil, em colaboração com agências governamentais, coordena o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAZ), sendo a sua missão é “monitorar e proteger, continuamente, as áreas marítimas de interesse e as águas interiores, seus recursos vivos e não vivos, seus portos, embarcações e infraestruturas, em face de ameaças, emergências, desastres ambientais, hostilidades ou ilegalidades, a fim de contribuir para a segurança e a defesa da Amazônia Azul e para o desenvolvimento nacional”⁴.

O SisGAAZ integra radares terrestres e embarcados, câmeras de alta resolução e sistemas colaborativos de informação, incluindo Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (SIMMAP), o Sistema de Identificação e Acompanhamento de Navios a Longa Distância (LRIT), o Sistema de Informação Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), todos baseados em rastreamento por satélite. Os dados do Sistema de Posicionamento Global (em inglês, *Global Positioning System* - GPS) são transmitidos para centrais de rastreamento via comunicação satelital.

A ativação do Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul COMPAAZ, em 2021, que é uma organização da MB com a missão voltada para segurança e proteção das AJB e a salvaguarda da vida humana, aprimorou a Consciência Situacional Marítima. Baseado no conceito de *Maritime Operation Center* (MOC)⁵ usado pela Marinha dos EUA, o COMPAAZ

enfrenta um ambiente operacional volátil e complexo, exigindo reações rápidas em operações militares e garantindo interoperabilidade com outras Forças e Órgãos Governamentais.

A proposta de ativação do ComPAAz, embora ligada à FAB, não configura um Comando Operacional Conjunto⁶, limitando o controle operacional⁷ das aeronaves de patrulha marítima e afetando a prontidão contra ameaças. Os meios de sensoriamento e proteção atuais, embora não garantam maior interoperabilidade, promovem versatilidade e agilidade decisória ao sistema defensivo

Em relação às operações convencionais, a MB deve manter e aumentar sua prontidão de combate com finalidade de confrontar as ameaças tradicionais. No entanto, vale ressaltar que a Força Naval se adapte para enfrentar novos inimigos existentes dentro do espectro híbrido. Isso requer investimento e capacitação em tecnologias de última geração, treinamento qualitativo e doutrinas de conflitos no mundo contemporâneo.

A Força Naval brasileira pode executar um trabalho ativo na contrainformação e na construção da adaptação da sociedade contra campanhas de influência adversárias. Por meio de uma comunicação estratégica eficaz, a MB contribui para manter a coesão social e proteger o ambiente informacional do Estado brasileiro.

Por fim, em sua tarefa de Guerra Híbrida, a MB deve estar preparada para atuar em coordenação com forças internacionais, participando de missões de paz e estabilidade regional. A capacidade de atuar em conjunto com aliados e parceiros internacionais é de grande utilidade para enfrentar as ameaças híbridas que transcendem as fronteiras marítimas, obtendo uma perspectiva colaborativa. A MB, portanto, afirma ter uma atribuição basilar na defesa do Brasil contra as complexidades da Guerra Híbrida, adaptando-se continuamente às novas realidades do teatro de operações moderno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No último tópico deste artigo, vale ressaltar que a capacidade de um Estado se adaptar e recuperar de adversidades tem relevância em um mundo onde conflitos não convencionais e Guerras Híbridas são cada vez mais comuns. Para isso, o Brasil deve garantir suas instituições democráticas, propiciar a integração entre os setores de defesa, segurança e investir em inteligência e tecnologia.

A possibilidade do Estado brasileiro ser alvo de ameaças híbridas exige uma análise cuidadosa do papel do país no cenário internacional. Como a oitava economia do mundo⁸, dada sua crescente influência global e abundância de recursos naturais, o Brasil pode atrair a atenção de atores estatais e não estatais que buscam abalar nações por meio de atividades híbridas. Assim,

o país tem que estar preparado para identificar e responder eficazmente a essas ameaças.

A MB dispõe de um papel pertinente na defesa do território nacional e na proteção da Amazônia Azul. Em relação a Guerra Híbrida, a MB deve estar preparada para operar em conjunto com as demais forças, adaptando-se a um ambiente de ameaças múltiplas. Isso significa não apenas a modernização de equipamentos, como drones subaquáticos, minas navais de nova ge-



Fonte: Adaptado da (US Government Accountability office, 2010) | Arte: SO Severiano

ração e ataques cibernéticos a sistemas de navegação e controle de armas, como também o treinamento de pessoal, mas sim a participação em operações interações e organizações internacionais para construir um resultado consistente e multidimensional. O desenvolvimento de capacidades de guerra eletrônica e de defesa cibernética é primordial para proteger os meios navais e garantir a superioridade no poder marítimo.

Deve ser colocada para debate a possibilidade de ter um Comando Operacional ativado permanente, no âmbito marítimo, para um monitoramento das vulnerabilidades da defesa marítima e fluvial. O COMPAAz, tem o potencial de se tornar um Comando Operacional Ativado no âmbito marítimo, considerando a crescente importância estratégica da Amazônia Azul e as ameaças híbridas emergentes. Transformar o COMPAAz em um Comando Operacional Ativado permitiria uma ação mais ágil e coordenada, com recursos dedicados e uma estrutura de comando robusta para enfrentar contratemplos marítimos específicos. Além disso, essa transformação facilitaria a integração com Exército brasileiro (EB), Força Aérea Brasileira (FAB) e agências governamentais, em prol da proteção dos interesses nacionais e a defesa da soberania brasileira na Amazônia Azul.

Em suma, o endurecimento da perspectiva do Brasil diante de ameaças híbridas é um processo contínuo que exige uma abordagem abrangente e integrada, tendo uma difícil tarefa a ser cumprida. Ao adotar uma postura enérgica e colaborativa, o Brasil não apenas se protege contra ameaças híbridas, mas também contribui significativamente para a estabilidade e segurança internacional.

NOTAS

- 1 - SCHREIBER, Mariana. Dez anos de junho de 2013: os efeitos dos protestos que abalaram o Brasil. BBC. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cv281p5znrjo>.
- 2 - JOB, Nelson. Guerra híbrida no Brasil. Revista Cosmos e Contexto. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://cosmosecontexto.org.br/guerra-hibrida-no-brasil/>
- 3 - LAMPARD, João; COSTA, Edwaldo. O Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul – A importância estratégica e o aprimoramento. Marinha do Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sisgaaz-protacao-e-monitoramento-das-aguas-jurisdicionais-brasileiras>
- 4 - Área oceânica que o Brasil possui jurisdição com cerca de 5,7 milhões de km². Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/sobre>
- 5 - Os MOC, na Marinha dos EUA, dão suporte ao Comando e Controle de

Forças subordinadas e coordenam o apoio de outras Forças no nível Operacional da guerra, integrando elementos no Teatro de Operações marítimo. (NTP 3-32.1).

6 - “O comando operacional corresponde ao grau de autoridade que permite ao Comandante estabelecer a composição das forças subordinadas, designar missões e objetivos, além de orientar e coordenar as operações.” (EMA-305).

7 - “O controle operacional confere autorização a um Comandante para empregar e controlar forças, em missões ou tarefas específicas e limitadas, de modo a capacitá-lo ao cumprimento de sua missão. Exclui a autoridade para empregar, separadamente, os componentes destas forças, bem como para efetuar o seu controle logístico ou administrativo e atribuir autoridade para controlar outras forças que, embora não lhe sejam subordinadas, operem ou transitem em sua área de responsabilidade.” (EMA-305).

8 - FMI. World Economic Outlook (WEO), 2024.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Marinha do. **Estratégia de Defesa Marítima (EDM)**. Brasília: Estado-Maior da Armada, 2023.
- BRASIL, Marinha do. **Fundamentos Doutrinários da Marinha (FDM)**. Brasília: Estado-Maior da Armada, 2023.
- BRASIL, Marinha do. Estado-Maior da Armada. **Doutrina Militar Naval (EMA-305)**. 1. ed. Brasília, 2017.
- BRASIL, Marinha do. **Marinha ativa o Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul**. 2021. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/marinha-ativa-o-comando-de-operacoes-maritimas-e-protacao-da-amazonia-azul-0>
- CAMINHA, João Carlos Gonçalves. **Delineamento da Estratégia**. IOESC. Florianópolis, 1980.
- DA SILVA, Rafael Reis. **GUERRA HÍBRIDA: O Brasil e a Marinha do Brasil no contexto da ameaça híbrida**. Ensaio. Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 2024.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA). Departamento da Marinha dos Estados Unidos da América. **Maritime Operations Center (NTP 3-32.1)**. Norfolk. 2013. Disponível em: <https://fdocuments.in/download/ntp-3-321-apr-2013-maritime-operation-center>
- FERNANDES, Hugo. **As novas guerras: o desafio da guerra híbrida**. Revista de Ciências Militares, 2016.
- MARTINS, Eric da Silva Dias de Oliveira. **COMANDO E CONTROLE NO ENTORNO ESTRATÉGICO BRASILEIRO: O emprego de Geoinformação de Defesa no apoio ao processo decisório**. Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, 2022.
- LAMPARD, João; COSTA, Edwaldo. **O Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul – A importância estratégica e o aprimoramento**. Marinha do Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sisgaaz-protacao-e-monitoramento-das-aguas-jurisdicionais-brasileiras>
- RODRIGUES, Fernando. **Avaliação das implicações do conceito de guerra híbrida para segurança nacional**. *Centro De Estudos Estratégicos Do Exército: Análise Estratégica*. 2021. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/CEExAE/article/view/8492>
- ROTH, Luís; NAGASHIMA, Ohara; CARDOSO, Caio; ARAÚJO, Ricardo; MATOS, Paulo; RODRIGUES, Raoni; FERNANDES, Guilherme. **O Conflito Rússia-Ucrânia 2022-2024 - As influências multidimensionais da guerra no mar**. Letras marítimas. Rio de Janeiro, 2024.
- STOKER, Donald; WHITESIDE, Craig. **Blurred Lines: Gray-Zone Conflict and Hybrid War—Two Failures of American Strategic Thinking**. *Naval War College Review*: vol. 73. 2020. Disponível em: <https://digital-commons.usnwc.edu/nwc-review/vol73/iss1/4>
- VISACRO, Alessandro. **A Guerra na Era da Informação**. São Paulo: Contexto, 2018.



ADMIRÁVEL MUNDO NOVO

Controle de Avarias, Inteligência Artificial e Heurística

FOTO: Ministério da Defesa da Rússia | TASS | Imagens Getty

Capitão de Corveta **RHUAN TOLEDO GURGEL**

Chefe do Departamento de Inspeção e Assessoria do Adestramento - CAAML
Aperfeiçoado em Máquinas

INTRODUÇÃO

14 de abril de 2022, o mar agitado refletia as chamas que consumiam parte do casco, iluminando a noite escura como um prenúncio do desastre iminente. No interior do navio, a fumaça densa se espalhava pelos corredores enquanto alarmes ecoavam em meio ao barulho das mangueiras de incêndio e dos gritos abafados pelos aparelhos de respiração autônoma. O fogo avançava rumo ao paiol de munições. Se as chamas atingissem os explosivos ali armazenados, o navio seria partido ao meio por uma explosão, deixando poucos sobreviventes para contar a história.

O incêndio fora causado momentos antes, quando um míssil R-360 “Netuno” (*Нептун*) atingiu o través de bombordo, provocando uma detonação violenta. O

impacto abriu um rasgo no casco e desencadeou uma sucessão de pequenos focos de incêndio navio a dentro. A partir de então, a batalha não seria apenas contra o fogo, mas contra o tempo e contra um inimigo que parecia determinado a não deixar sobreviventes.

A bordo, o Comandante, com olhos fixos no quadro de plotagem, que era atualizado com informações que chegavam sem cessar, recebeu a mensagem crucial da Estação Central do Controle de Avarias (ECCAv): restavam apenas duas opções. A primeira, não inundar o paiol e aguardar a inevitável detonação. A segunda, alagar o compartimento para conter o fogo, levando-o ao emborcamento. Nenhuma alternativa oferecia um final seguro.

Como se o sinistro não fosse suficiente, o radar de busca combinada registrou algo assustador: um enxame de drones *kamikazes*, carregados com explosivos, “fechando rápido” sobre o navio. Os sistemas de defesa estavam operando com energia reduzida, limitando a capacidade de contra-atacar. Se os drones atingissem um ponto vulnerável do casco, o destino do navio poderia ser selado antes mesmo da explosão do paiol.

Pressionado pela urgência da situação, o Comandante fez duas perguntas decisivas ao Encarregado do CAV:

— Central, Comando, por quanto tempo ainda podem combater o incêndio antes que o braço de endireitamento vire braço de emborcamento? E quanto peso deve ser alijado para tentar compensar o embarque de água?

O Oficial de CAV, sentindo o peso de cada segundo que passava, examinou freneticamente os diagramas de estabilidade. No entanto, a complexidade dos cálculos e o caos ao redor tornavam impossível obter respostas matematicamente precisas, dentro da margem de segurança necessária.

Enquanto isso, a Turma de Suporte Bravo precisava ser substituída, uma das tomadas de água para contenção estava emperrada, várias seções do navio estavam sem energia, a fumaça se alastrava além dos limites de fumaça previamente estabelecidos, os feridos se acumulavam e a retirada deles da cena de ação tornava-se cada vez mais difícil.

No meio do turbilhão de decisões, um detalhe capturou sua atenção. O inclinômetro do navio indicava 60 graus para bombordo. A banda excessiva indicava que o navio esta-

va perigosamente próximo do ponto sem retorno. Não havia mais tempo para cálculos detalhados ou tentativas de compensação. Em um impulso instintivo, ele acionou o circuito interno de comunicações interiores:

— Comando, Central, precisamos preparar a tripulação para abandonar o navio. Agora!

O silêncio momentâneo que seguiu suas palavras foi mais ensurdecedor que o caos ao redor. A bordo daquele navio, os últimos momentos da batalha contra o incêndio se desenrolavam. Cada segundo definiria o destino dos militares que ainda estavam ali, lutando para sobreviver. Enquanto isso, no céu, dezenas de drones entravam em fase final de aproximação, prontos para o ataque derradeiro.

VISÃO GERAL

A situação supracitada é um Problema de Batalha adaptado a partir dos registros do afundamento do Cruzador de Mísseis Guiados “Moscou” (*Москва*), de 11.490 toneladas de deslocamento, retratado na figura 1, durante o conflito entre Rússia e Ucrânia, no qual as Forças Armadas Ucranianas empreenderam uma guerra de desgaste contra a Esquadra Russa do Mar Negro, utilizando drones de superfície e aéreos para os quais o veterano russo, que já tinha participado de conflitos na Geórgia (2008) e na Síria (2015), bem como de um bloqueio naval na Crimeia (2014), não foi páreo.

Em um cenário tão complexo, o processo de tomada de decisão requer ao Comandante a capacidade de adquirir, compreender e gerenciar uma quantidade excessiva de informações que podem ser imprecisas, incompletas e ambíguas, levando-o a uma sobrecarga mental.



Figura 1 - Imagem do Cruzador “Moscou” em operação

No livro “Rápido e Devagar: duas formas de pensar”, de Daniel Kahneman, é mencionado que a mente humana tem dois modos diferentes de tomar decisões: o Sistema 1 e o Sistema 2. O primeiro é o modo rápido, intuitivo e automático de pensar, funciona sem esforço e frequentemente de forma inconsciente, com base em experiências passadas e principalmente em heurísticas. É eficiente para procedimentos de emergência ou de rotina, mas pode ser propenso a erros quando lidamos com situações mais complexas.

Por sua vez, o segundo é o modo mais lento, deliberativo e analítico. Requer mais esforço mental e atenção, sendo utilizado para decisões mais difíceis, quando a situação demanda lógica e raciocínio mais profundo. É o sistema mais preciso, mas também mais cansativo.

Assim, Kahneman argumenta que, embora o Sistema 1 seja útil para a maioria das tarefas rotineiras, o Sistema 2 é necessário quando enfrentamos decisões mais desafiadoras e complexas.

Problemas de Batalha exigem o máximo de ambos os Sistemas Mentais e frequentemente o decisor necessita recorrer à heurísticas para, em tempo hábil, se adaptar aos imprevistos. As heurísticas são uma arma eficaz contra a sobrecarga mental, pois reduz o tempo de reação mesmo quando a quantidade de informações excede a capacidade cognitiva do agente decisor, porém está sujeita a diversas falhas.

À vista disso, há um fenômeno que está revolucionando as Operações Navais: a implementação de sistemas de auxílio à decisão a bordo de navios, impulsionados por Inteligência Artificial (IA), que são capazes de detectar e classificar ameaças, otimizar táticas de defesa e ataque, fortalecer a guerra eletrônica e a cibersegurança, além de permitir manutenção preditiva e gestão logística eficiente.

No que tange ao Controle de Avarias (CAv), a IA tem demonstrado ser capaz de aumentar a eficiência no combate mesmo em ambientes hostis, pois torna os navios menos susceptíveis e vulneráveis às ameaças e proporcionam uma maior capacidade de

recuperação em caso de sinistros a bordo, isto é, eleva sobremaneira a Capacidade de Sobrevivência do navio (CSN).

CAPACIDADE DE SOBREVIVÊNCIA DO NAVIO

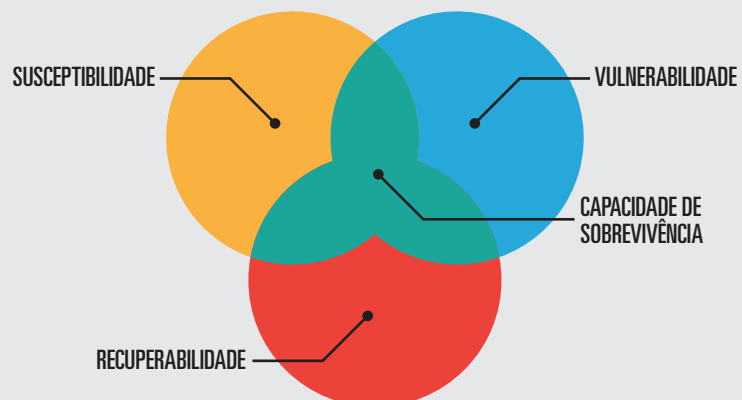
Durante a Segunda Guerra Mundial, 192 navios de guerra da Marinha dos EUA (USN) foram alvejados por bombas, tiros de canhão ou aeronaves *kamikazes*. Destes, 162 (ou 84%) sobreviveram, e tiveram condições de continuar lutando.

Em contrapartida, navios que foram alvejados em confrontos mais recentes até o conflito entre Rússia e Ucrânia, tiveram uma baixa e limitada habilidade em restabelecer suas capacidades de combate.

O que pode explicar o pior desempenho dos navios mais antigos contra os mais modernos é que, embora navios mais novos sejam dotados de recursos de combate sofisticados, o engajamento com os armamentos de tecnologia mais avançada, particularmente os mísseis, rapidamente neutraliza o navio oponente, deixando-o inapto a manter suas defesas confiáveis logo após ser atingido. Para abordar essa questão, foi criado o conceito de Capacidade de Sobrevivência.

Embora não seja novo, o conceito, do inglês *Survivability*, vem da USN, e é muito pouco popular na Marinha do Brasil, mas é um dos principais Requisitos de Alto Nível para construção de navios de guerra. O manual *OPNAVINST 9070.1B – Survivability policy and standards for surface ships and craft of the U.S. Navy*, define Capacidade de Sobrevivência como sendo a composição de 3 elementos fundamentais (figura 2): Susceptibilidade, Vulnerabilidade e Recuperabilidade.

Figura 2 - Representação gráfica dos elementos fundamentais da Capacidade de Sobrevivência



FONTE: elaborado pelo autor, 2025

Susceptibilidade é a probabilidade do navio ser detectado, identificado, engajado e atingido por fogo inimigo. Está intrinsecamente relacionada com o emprego tático do navio.

Em meados para o final do século XX, o poder de fogo dos navios-escolta e das patrulhas aéreas de combate (PAC) era preponderante em tornar os navios da força menos susceptíveis ao engajamento pelo inimigo. Porém, a partir da década de 90, os avanços nas medidas de controle de emissões eletromagnéticas e acústicas (CIEMA), contramedidas eletrônicas, *stealth design* e sistemas de defesas ativos reduziram drasticamente a susceptibilidade dos navios.

Vulnerabilidade é a amplitude dos efeitos iniciais das avarias sofridas após ter sido atingido por fogo inimigo.

Os avanços da arquitetura naval nos últimos anos possibilitaram a projeção de cascos com alta resistência estrutural, capacidade de absorver impactos e redundância de circuitos, o que os permitem ser menos vulneráveis a ataques e a acidentes¹ de navegação.

Recuperabilidade é a capacidade do navio e da tripulação de restaurar sua funcionalidade após os efeitos iniciais das avarias, tomar medidas de emergência para limitar e combater os sinistros, minimizar as baixas de pessoal e, na pior das hipóteses, salvar o navio do afundamento.

Enquanto Susceptibilidade e Vulnerabilidade não podem ser alteradas de forma significativa após o navio já ter sido construído, a Recuperabilidade pode até mesmo ser aprimorada, pois depende do fator humano, isto é, da proficiência da tripulação em controlar as avarias a bordo.

Nesse contexto, o operador humano necessita familiarizar-se com as características do navio, complexidade dos equipamentos e ter habilidade em utilizar as ferramentas disponíveis para adotar os procedimentos adequados e tomar as melhores decisões em seu nível de atuação, haja vista que quando ocorre um sinistro a

bordo, a tripulação é submetida a níveis altíssimos de estresse, o que altera bastante a capacidade de reação e a nitidez da percepção das condições predominantes, e este é o ponto nevrálgico no qual o processo decisório fica mais vulnerável.

DINÂMICA DO PROCESSO DECISÓRIO

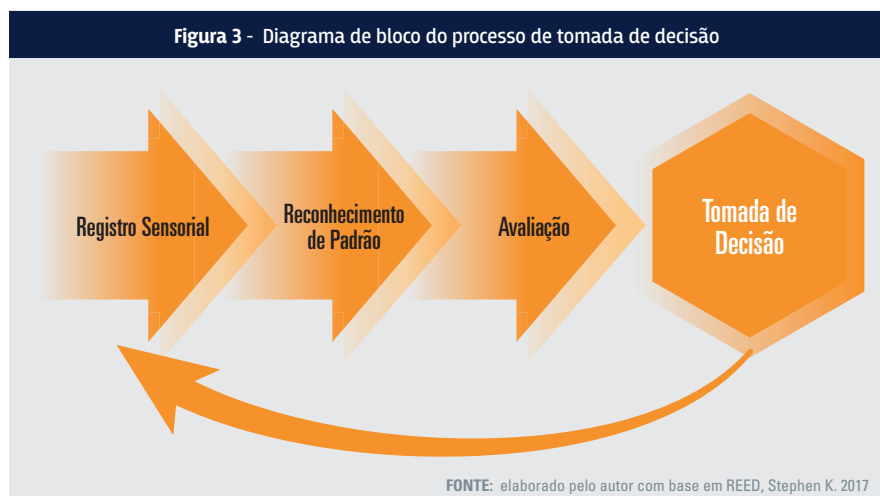
Segundo Stephen Reed, professor de psicologia e membro do Centro de Pesquisa em Matemática e Educação Científica da Universidade Estadual de San Diego, EUA, em condições normais de trabalho, há um padrão, ilustrado na figura 3, de acordo com o qual as decisões são tomadas e que se degrada em condições estressantes.

Uma vez que altos níveis de estresse podem afetar diretamente a capacidade do Comandante de tomar decisões acertadas, é necessário abordar o tema por duas perspectivas: tomada de decisão em condições normais e em condições estressantes.

Não é possível tomar decisões acertadas se informações relevantes não forem adquiridas. No CAV, as informações são obtidas por meio das comunicações interiores, sensores e alarmes de bordo. Em seguida, é essencial ter capacidade de reconhecer ou lembrar informações pertinentes. Para isso, é crucial que o operador humano tenha atenção focada em algum estímulo ou evento específico para ser utilizada.

De fato, o processamento de informações exige reconhecimento de padrões para reduzir a carga cognitiva, que ocorre de forma mais fluída conforme o militar adquire experiência e, com ajuda da intuição, adquire mais facilidade para se adaptar a situações imprevis-

Figura 3 - Diagrama de bloco do processo de tomada de decisão



tas. Com a prática, os humanos se tornam mais eficientes na análise e associação de informações complexas.

Quando uma resposta é escolhida para se adequar a uma situação, pode-se dizer que ocorreu uma decisão. Em qualquer decisão é necessário comparar alternativas e avaliar suas consequências. A escolha final ocorre quando uma alternativa corresponde melhor aos critérios estabelecidos, enquanto as demais são descartadas.

Inconscientemente, tomadores de decisão necessitam executar todo esse processo rapidamente para reagir em tempo hábil. Para isso, frequentemente utilizam as heurísticas.

HEURÍSTICA DA TOMADA DE DECISÃO

Segundo Daniel Kahneman, heurística é um atalho mental que usamos para tomar decisões rápidas e intuitivas, especialmente quando estamos lidando com incerteza ou informações limitadas, isto é, técnicas simples que o Sistema 1 utiliza para economizar esforço e tempo.

A complexidade das situações e o grande volume de informações podem gerar estresse e alterar todas as fases do processo cognitivo. Segundo a Lei de Yerkes-Dodson, um nível moderado de estresse melhora o desempenho, mas tanto o excesso quanto a falta dele o prejudicam, tornando as decisões mais difíceis, especialmente em situações críticas. Para os Comandantes e Encarregados do CAV (EncCAv), o que mais dificulta a tomada de decisão é a complexidade das situações e o grande volume de informações que devem ser assimiladas.

Em situações de alta excitação, o estresse provoca limitação ou estreitamento da atenção. Quando isso acontece, o militar se concentra em uma quantidade mínima de eventos e usa os instintos naturais para completar os lapsos de dados com vieses e experiências prévias. Nesse momento, ilustrado na figura 4, o Sistema 1 assume o comando da mente que está funcionando em “modo sobrevivência”, para resolver os problemas mais rápido do que eles aparecem, enquanto o Sistema 2 é deixado de lado.

No entanto, o elevado ritmo de trabalho do Sistema 1 aumenta a excitação, levando a reações rápidas, porém impulsivas, intuitivas e muitas vezes enviesadas, com pouca consideração pelas consequências. Isso reduz o tempo de reação, mas aumenta a chance de erros.

À medida que este ciclo se repete com maior frequência, o Sistema 2, mais analítico e útil no combate é cada vez mais ignorado. Isso é indício de que o militar está próximo do esgotamento mental, e que pode se agravar quando um EncCAv pouco experiente tenta processar informações irrelevantes ou redundantes; quando tarefas muito difíceis exigem velocidade de reação e atualização do andamento frequentemente; ou quando ocorrem múltiplas tarefas competindo pela atenção do EncCAv.

A partir do momento em que este limite de sobrecarga mental é atingido e propagado por todo o navio, a unidade de combate, que está imersa neste ambiente de guerra, pode desempenhar uma sucessão de movimentos erráticos ou até mesmo sofrer uma paralisia tática. Dessa forma, a disponibilidade de sistemas de auxílio à decisão ajuda o navio a reagir mais rápido e com mais precisão.

COMO CHEGAMOS ATÉ AQUI?

Até o final da década de 1990, o processo de automação das comunicações trocadas a bordo, durante uma faina operativa ou um sinistro, era limitado ao envio de informação via telefones auto-excitados, registro manual em quadros de plotagem de avarias e operadores locais de equipamentos de combate a incêndio (CBINC).

No entanto, sistemas manuais são tão lentos, que dificultam que o EncCAv processe todas as informações rapidamente e tome ações adequadas. Consequentemente, o sinistro fica pior com o passar do tempo, o que demanda ainda mais pessoal para combater as avarias e prover informações.

Figura 4 - Gráfico da lei de Yerkes-Dodson



Dentre os incêndios e alagamentos que já causaram incontáveis perdas de navios ao longo da história, muitos, se não todos, poderiam ter sido evitados e suas consequências consideravelmente reduzidas, se houvesse agilidade na tomada de decisão baseada em comunicações e ações iniciais rápidas e eficazes.

Similarmente, na Guerra das Malvinas, dos 24 navios britânicos atingidos, seis foram afundados. Das seis perdas, três foram devidas ao desempenho superior das Forças Argentinas e as outras três à falta de ações de CAV adequadas, mais especificamente comunicações deficientes e ações iniciais incorretas.

Além disso, a falta de consciência situacional também é um fator que geralmente agrava as deficiências no tempo de reação, nas comunicações e na tomada de decisão. Diversas experiências oriundas de situações reais com graves avarias, e corroboradas por adestramentos e testes tem demonstrado que a falta de consciência situacional é ponto nevrálgico para uma ação deficiente do CAV e.g., as vezes mais água de CBINC é embarcada nos compartimentos que contêm apenas fumaça do que nos que, de fato, estejam pegando fogo.

Até hoje, o gerenciamento das ações no CAV continua sendo manual, tal qual comunicações, investigação de avarias e tomada de decisões, que são em grande parte feitos pelo elemento humano. E as maiores deficiências, para o gerenciamento eficiente durante o CAV, são a demora entre a identificação do sinistro e a tomada de ações corretivas para restabelecer o poder combatente do navio, e a impossibilidade de tomar ciência das reais condições dos sistemas do navio antes e logo após o sinistro, e.g. condição de carregamento e estabilidade resultante após avaria.

Sob essa ótica, percebe-se que as comunicações interiores, a automação do CAV e o nível de adestramento da tripulação ainda têm um impacto inestimável na Vulnerabilidade e Recuperabilidade do navio, pois fornecem elementos primordiais para o estabelecimento de uma elevada consciência situacional e, por conseguinte, condições favoráveis para uma tomada de decisão adequada.

No entanto, não é incomum notar que, enquanto as informações afluem à ECCAV, os Oficiais de CAV recebem uma sobrecarga de dados desproporcional a sua capacidade de compreender, avaliar e agir com precisão.

Diante disso, em resposta à necessidade de um sistema de controle e monitoramento de CAV e um sistema tático para auxiliar a tripulação do navio no combate eficaz às avarias, a USN, por meio do *Naval Surface Warfare Center Philadelphia Division*, tem desenvolvido e implementado o *Advanced Damage Control System (ADCS)*, um sistema de CAV que visa diminuir a Vulnerabilidade e aumentar Recuperabilidade em diversos navios e embarcações daquela Marinha.

CAV DO PRESENTE E DO FUTURO

Tomando como exemplo o caso do Cruzador “Moscou”, pode-se afirmar que um Sistema de IA para o CAV seria capaz de analisar sensores do navio (temperatura, pressão, níveis de água, banda, sistemas de geração e distribuição de energia), ao longo dos seus 186,5 metros de comprimento e 20,8 metros de boca; prever a evolução do incêndio usando modelos térmicos² e cinéticos³; e avaliar a estabilidade do navio com base no alagamento progressivo e redistribuição de pesos a bordo.

Com isso, o Sistema poderia fornecer previsões rápidas e precisas sobre quanto tempo restava antes da explosão ou do emborcamento e rodar simulações baseadas em modelos hidrodinâmicos e de CBINC, permitindo decisões baseadas em cálculos exatos, reduzindo erros humanos decorrentes do alto nível de estresse.

Associada com uma coordenação automática de respostas, o Sistema seria capaz de gerenciar o CBINC ativando recursos automáticos como *sprinklers*, CO₂ ou gases inertes; otimizar a evacuação de feridos, planejando rotas seguras baseadas na propagação da fumaça; e sugerir compensação de peso, redistribuindo lastro automaticamente para manter a estabilidade.

Algumas Marinhas já estão desenvolvendo sistemas semelhantes, como é o caso da USN, que utiliza sistema de IA para o CAV do *Littoral Combat Ship (LCS)* e para operar navios autônomos experimentais como o *Sea Hunter* (figura 5). Já a Marinha Britânica (RN) utiliza IA para tomada de decisão tática nas Fragatas Tipo 26.

Assim como sistemas de IA ganham espaço cada vez maior no contexto da Guerra Naval, centros de pesquisas militares do mundo inteiro buscam encontrar o “sistema perfeito” para aumentar a Capacidade de Sobrevivência dos Navios.

Figura 5 - *Sea Hunter* durante testes no oceano



FONTE: Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), 2018.

Diferentes ADCS estão sendo aprimorados, um deles, o sistema *ERM v4*, desenvolvido pela *Fathom5*, é capaz de analisar mais de 10.000 leituras de sensores por segundo, monitorando componentes mecânicos, elétricos e estruturais do navio. O *ERM v4* foi inicialmente instalado no Contratorpedeiro *USS Fitzgerald* e segue em testes. Há também o *AFSS*, do inglês *Autonomic Fire Suppression System*, desenvolvido pela *Fairmount Automation*, um sistema autônomo de supressão de incêndios. O *AFSS* detecta automaticamente rupturas em redes e reconfigura tanto os sistemas de fluidos, como o de *CBINC*, sem intervenção humana. Durante testes, o *AFSS* respondeu com sucesso a cenários de incêndios reais, demonstrando sua capacidade de operar de forma autônoma.

Iniciativas como o “*Project OpenShip*” buscam aplicar IA e *machine learning* para analisar grandes volumes de dados coletados por sensores de bordo, permitindo respostas adequadas às avarias. Outro exemplo é o robô autônomo *SAFFiR* (figura 6), desenvolvido pelo *Naval Research Laboratory*, projetado para combater incêndios a bordo de navios. Equipado com sensores e algoritmos de IA, o *SAFFiR* pode se deslocar autonomamente a bordo, interagir com a tripulação e combater incêndios, assumindo tarefas perigosas que normalmente seriam realizadas por humanos.

A RN também está desenvolvendo o programa “*Intelligent Ship*”, que concebeu o *IBIS*, sigla em inglês para *Internal Battle Intelligence Software*, um sistema que usa IA para processar dados de múltiplas fontes durante emergências e otimiza a reação do navio, avaliando o impacto e minimizando riscos.

Dessa forma, a IA aplicada no campo militar naval é uma ferramenta promissora e se apresenta como uma possível solução definitiva para os Problemas de Batalha e dilemas táticos da Guerra Naval moderna, minimizando o tempo de resposta e eliminando o fator erro humano, uma vez que pode tornar a interface homem-máquina cada vez menos necessária.

Figura 6 - Robô *SAFFiR* em teste a bordo de um navio da Marinha dos EUA.



FONTE: Defense Update, 2015.

QUANDO TECNOLOGIA, TÁTICA E ESTRATÉGIA SE ENCONTRA NO CAV

A frase “o CAV é responsabilidade de todos”, não é um clichê repetido *ad nauseam* a bordo quando Oficiais de CAV querem compartilhar as tarefas com os fiéis de CAV das Divisões. Pelo contrário, esta frase nunca foi tão pertinente no contexto atual.

Antes de mais nada é necessário pontuar que a Guerra Naval de 2025 é muito diferente do que se imaginava nos anos 2000. Em pouco mais de duas décadas de diferença, o que se entende por ameaças e objetivos tem definições diferentes do passado.

De acordo com Wayne P. Hughes Jr, renomado estrategista e proeminente autoridade sobre tática naval, além de autor do livro “*Fleet Tactics and Naval Operations*”, a mentalidade tática de emprego dos navios antigamente era influenciada por operações navais próximas ao litoral, principalmente após a Guerra Fria e com conflitos como os do Golfo, mas atualmente há toda uma gama de operações navais, incluindo guerra em águas azuis.

A *range theory*, em que vencer o inimigo é função de detectar primeiro e lançar os mísseis antes dele, deu

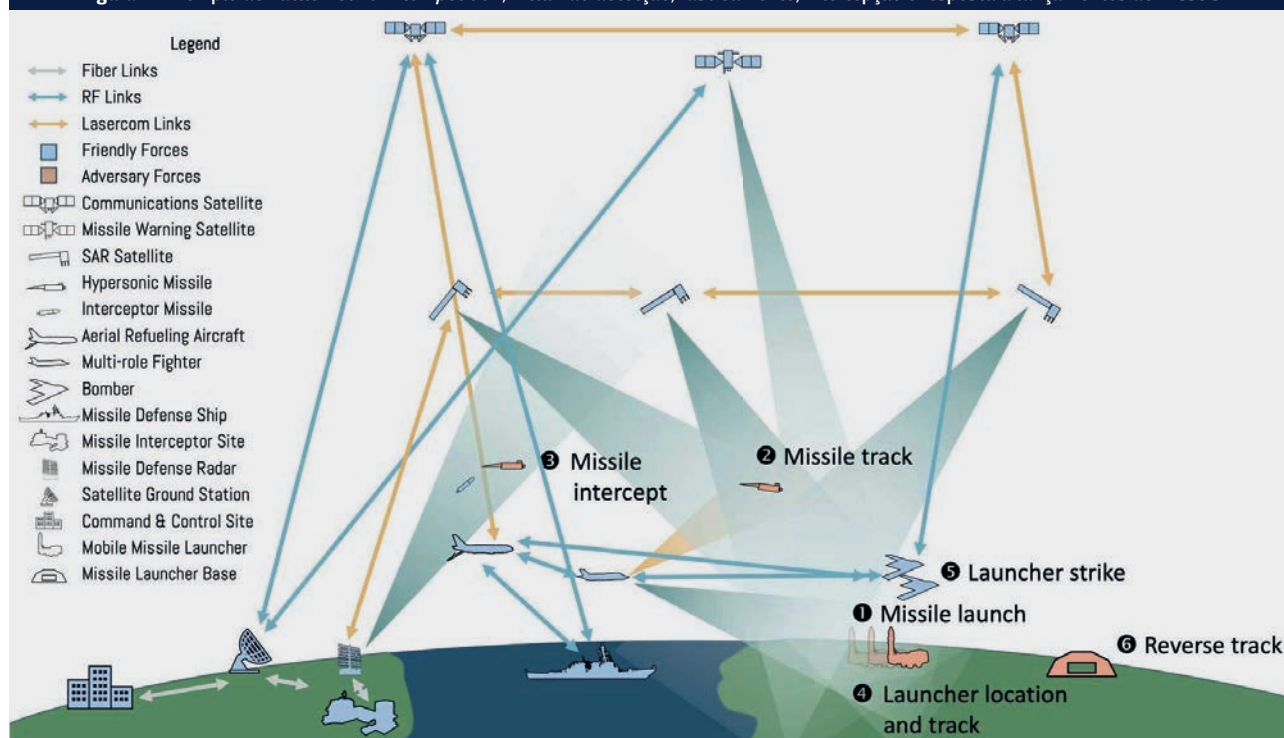
lugar para a “*Battle Network Competition*” (figura 7), ou seja, a batalha não é apenas entre plataformas de tiro, mas entre redes inteiras de sensores, C5ISR⁴ e armas.

Os mísseis e suas plataformas de lançamento ainda tem importância e representam um fator decisivo no combate, porém novas tecnologias, como mísseis hipersônicos, veículos aéreos e navais não tripulados, e guerra cibernética são os prováveis candidatos a “*game-changers*” em um conflito de escala global.

A guerra moderna é centrada em redes de transferência de dados, e as doutrinas navais das Marinhas tem considerado seriamente o papel de redes de sensores, comunicações e inteligência na obtenção da superioridade no Teatro de Operações Marítimo.

Para enfrentar esse desafio hoje e no futuro, os navios que compõem uma Força não podem operar como “ilhas isoladas”, assim como a bordo, as Estações do navio não podem tomar ações sem que estejam fortemente integradas entre si. Os sistemas de distribuição de energia, propulsão, combate, navegação, e Controle de Avarias, tem que estar praticamente entrelaçados assim como os militares componentes desses Controles devem estar altamente treinados.

Figura 7 - Exemplo de *Battle Network Competition*, incluindo detecção, rastreamento, interceptação e resposta a lançamentos de mísseis



FONTE: CSIS Aerospace Security Project, [s.d.].

A própria arquitetura de dados e redes do *ADCS* tende a evoluir para algo muito mais abrangente a fim de fornecer os meios para desenvolver um projeto de CAV integrado com Sistemas de Combate, possibilitando uma rede única para planejar, detectar, avaliar, conter avarias primárias e prevenir efeitos secundários, ao mesmo tempo que requer decisões de ações táticas contínuas por parte dos tomadores de decisão dentro da Organização de Combate.

O Sistema também permite reduzir a quantidade de pessoal necessário para responder ao sinistro, e é capaz de, durante o combate, prever onde será o impacto e qual será o desdobramento do incêndio ou do alagamento, caso o navio seja engajado por armamento inimigo, possibilitando a evacuação de compartimentos guarnecidos.

Além disso, o *ADCS* consegue mostrar aos operadores dos consoles a localização de equipamentos de CAV e do pessoal de bordo para combater os sinistros, além ser capaz de reconhecer automaticamente incêndios, alagamentos, acidentes de pessoal e recomendar ações adequadas para cada sinistro, bem como o quantitativo de pessoal necessário, a fim de otimizar o emprego dos recursos humanos.

Esse nível de automação e apoio à decisão reflete uma mudança estrutural na forma como a Doutrina de CAV é concebida, e dialoga diretamente com o pensamento do Almirante francês Raoul Castex, que já no início do século XX afirmava que a estratégia naval deve ser encarada como um problema em constante evolução. Em sua obra, Castex destacava que a tecnologia transforma a tática, e essa transformação acaba por impactar a estratégia como um todo.

Assim, os sistemas modulares de *ADCS* não são apenas uma inovação técnica, mas uma manifestação concreta desse princípio estratégico: sua arquitetura flexível permite atualizações constantes, alinhando-se com as mudanças doutrinárias e com a incorporação de novos sensores, algoritmos e protocolos operacionais.

Dessa forma, a modularidade do *ADCS*, permitindo *data inputs* de novas tecnologias, torna-se não apenas uma escolha de projeto, mas uma resposta estratégica à necessidade de adaptação contínua do Poder Naval aos desafios do ambiente contemporâneo.

Em tempos de guerra híbrida, com ameaças assimétricas e tecnologias emergentes em rápida evolução, a capacidade de integrar doutrina e tecnologia, como preconizava Castex, torna-se um diferencial decisivo na prontidão das plataformas navais.

TORNANDO O QUE É BOM AINDA MELHOR

De acordo com a Doutrina da MB, o propósito do CAV é manter o máximo poder combatente do navio. Isso está intimamente ligado à capacidade do pessoal de agir rápida e decisivamente em momentos de crise, pois no mar, um navio não é apenas uma plataforma de combate, ele é o reflexo do preparo de sua tripulação e da integração entre suas diversas capacidades. Não é apenas uma questão de tecnologia, mas de treinamento.

O pensamento estratégico é desenvolvido na mente de cada Oficial, mas é a ação tática que os molda. A eficácia em um ambiente de combate não é apenas um produto do conhecimento teórico, mas da habilidade prática e da aplicação das táticas com precisão e rapidez. As ameaças de hoje, como drones e a guerra cibernética, exigem que nossos Oficiais e Guarnições sejam ainda mais competentes e preparados para agir sob pressão, em um cenário onde a informação chega em tempo real e em grande volume. Por isso, precisamos de um sistema de treinamento que seja dinâmico, adaptável e que prepare cada membro da tripulação para operar com excelência, independentemente das condições adversas.

Na Marinha do Brasil, a Comissão de Inspeção e Assessoria de Adestramento (CIA-SA) é um momento crucial de avaliação, onde a capacidade das equipes é posta à prova. Nesse período são identificadas áreas de melhoria, fornecendo um *feedback* detalhado para os Comandantes. Esse *feedback*, fundamental para o aprimoramento das habilidades, é realizado de forma estruturada e individualizada.

A avaliação vai além da identificação de falhas técnicas ou de comunicação, ela mede a capacidade das equipes de agir de maneira coordenada, integrada e eficiente, especialmente quando um navio enfrenta Problemas de Batalha e a tripulação deve trabalhar em conjunto para restaurar as condições mínimas de combate. Porém, não basta realizar exercícios e simular cenários de combate, é necessário um processo contínuo de avaliação de desempenho mesmo após o fim da CIA-SA (figura 8), para que os navios consigam, por conta própria, manter o nível elevado de adestramento.



Figura 8 - Inspetores da CIASA ao término da Inspeção Operativa a bordo do Navio-Escola "Brasil"

FONTE: Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão, 2024.

Para que possamos enfrentar os desafios impostos pela guerra moderna, nossa doutrina precisa de uma abordagem holística. O conceito de Capacidade de Sobrevivência não pode ser apenas um termo teórico ou uma ideia vaga, deve ser uma realidade operacional, que reflete a capacidade de nosso navio de lutar, mesmo enquanto danificado. Para isso, é imperativo que cada membro da tripulação tenha um conhecimento profundo não apenas de sua função específica, mas da integração com outras áreas, como Máquinas, Sistemas de Combate e Manobra do navio. A coerência e a eficiência operacional entre essas três áreas são determinantes para que o navio continue em condições de combate mesmo após sofrer avarias.

A avaliação do desempenho das equipes deve ser constante e eficaz. Cada treinamento, cada simulação de combate, cada exercício de CAV deve servir como uma oportunidade de crescimento. É fundamental estabelecer uma cultura de aprendizado contínuo, onde a cada exercício, as equipes são desafiadas a melhorar suas capacidades e a corrigir falhas identificadas. Isso exige uma integração total entre os diferentes setores do navio, desde os Oficiais até as Praças.

Sistemas autônomos de auxílio à decisão e o uso de novas tecnologias de IA são fundamentais para apoiar as equipes na tomada de decisões rápidas e assertivas. Contudo, é o treinamento intensivo que realmente prepara as equipes para lidar com o estresse e as pressões do combate. Durante as Inspeções Operativas (CIASA), a pressão psicológica e física é testada ao limite, e é nesse momento que a preparação mental e emocional

se torna crucial. Cada marinheiro deve ser capaz de manter a calma e a clareza, mesmo em meio ao caos, para tomar decisões acertadas e coordenadas.

É imperativo que continuemos a aprimorar nossa doutrina de CAV e nosso treinamento prático, pois o suporte contínuo ao adestramento e à avaliação das equipes é o que mantém a Marinha do Brasil forte e preparada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a vivência de embarque nos navios da Esquadra, com as lições extraídas dos exercícios, e com os dados obtidos nos manuais técnicos de diferentes Marinhas, conseguimos perceber mais do que apenas estatísticas, mas sim uma oportunidade de evoluir.

No presente momento, sabemos que o futuro do CAV está diretamente ligado à integração inteligente entre homem e máquina. E como componente do Poder Naval, temos que ir além dos procedimentos manuais e adotar soluções computacionais que fluam, com rapidez e clareza, sem sobrecarregar, nossas equipes, mas habilitando-as a responder com precisão quando o tempo é o inimigo.

No entanto, à medida que projetamos navios com tripulações reduzidas e níveis crescentes de automação, surgem novos riscos: a complexidade digital pode se tornar vulnerabilidade estrutural.

Não se trata apenas de avançar tecnologicamente, mas de garantir que cada nova camada de automação

venha acompanhada de clareza de propósito e, acima de tudo, de adestramento. Pois a integração homem-máquina nasce da experiência, das lições aprendidas em mar grosso, do suor do adestramento e da resiliência forjada no dia a dia dos homens e mulheres do mar que protegem a nossa Amazônia Azul.

O caso emblemático do afundamento do Cruzador “Moscou” revela com brutal transparência o que acontece quando o processo decisório falha, a doutrina não acompanha o risco real e os sistemas de bordo, por mais modernos que pareçam, não estão suficientemente integrados ou treinados. A tragédia poderia ter sido mitigada com melhor consciência situacional, coordenação de CAV e liderança em meio ao caos. Não faltou tecnologia, faltou prontidão.

É por isso que, mesmo diante do avanço tecnológico mais impressionante, a alma da guerra no mar continuará sendo humana. E, como nos ensina a história, os navios não são afundados apenas por mísseis, mas pela ausência de liderança, de treinamento e de doutrina realista.

Parafrazeando o Comandante Hughes Jr, não construímos o Poder Naval com palavras, mas com atitude, com espírito de combate e com a liderança forjada no calor da decisão difícil. E é justamente no adestramento árduo, no realismo de uma CIAsA, na superação dos limites pessoais e coletivos, que encontramos a verdadeira prontidão de combate. Pois quem quer vencer no mar, precisa estar preparado para lutar com o que tem, e com tudo o que é.

NOTAS

1 - Definição da 1ª Revisão das Normas da Autoridade Marítima para Inquéritos Administrativos sobre Acidentes e Fatos da Navegação - NORMAM-302/DPC.

2 - Considera a propagação do calor através de componentes críticos, como anteparas, suportes e equipamentos sensíveis até o colapso estrutural ou falha de sistemas devido ao aquecimento excessivo.

3 - Abrange as reações químicas da combustão. É essencial para avaliar a evolução do incêndio e os perigos à saúde da tripulação devido à inalação de gases tóxicos.

4 - Sigla para *Command, Control, Communications, Computers, Cyber, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*. É um sistema integrado de tecnologias e processos que visa melhorar a tomada de decisão em situações de defesa e segurança, fornecendo informações precisas e oportunas.

REFERÊNCIAS

CASTEX, Raoul. *Strategic Theories*. Edited and translated by Eugenia C. Kiesling. Annapolis: Naval Institute Press, 1994.

CENTER FOR STRATEGIC AND INTERNATIONAL STUDIES (CSIS). *Battle networks and the future force*. Washington, DC, 28 out. 2021. Disponível em: <https://www.csis.org/analysis/battle-networks-and-future-force-0>. Acesso em: 23 abr. 2025.

CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA O MAR BRASILEIRO (CEMBRA). *Amazônia Azul: sociedade precisa conhecer a importância do mar brasileiro*. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://cembra.org.br/amazul>. Acesso em: 23 abr. 2025.

DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY (DARPA). *Sea Hunter prototype transitions to Office of Naval Research*. Arlington, 2018. Disponível em: <https://www.darpa.mil/news/2018/sea-hunter-prototype>. Acesso em: 22 abr. 2025.

DEFENSE UPDATE. *Navy scientists experiment with Firefighting robots*. Tel Aviv, 2015. Disponível em: https://defense-update.com/20150205_saffir.html. Acesso em: 23 abr. 2025.

FULLER, John V. *Measuring Damage Control Assistant's (DCA) Decision-Making Proficiency in Integrated Damage Control Training Technology (IDCTT) Training Scenarios*. 1993. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Administração) – Naval Postgraduate School, Monterey, 1993.

HUGHES, Wayne P. *Fleet Tactics and Coastal Combat*. 2. ed. Annapolis: Naval Institute Press, 2018.

HUGHES JÚNIOR, Wayne P.; GIRRIER, Robert P. *Fleet Tactics and Naval Operations*. 3. ed. Annapolis: Naval Institute Press, 2018.

HUGHES, Wayne P. *Naval tactics needed in sea power education*. Proceedings - U.S. Naval Institute, Annapolis, nov. 2019. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2019/november/naval-tactics-needed-sea-power-education>. Acesso em: 22 abr. 2025.

KAHNEMAN, Daniel. *Rápido e devagar: duas formas de pensar*. Tradução de Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

MARINHA DO BRASIL. *Ficha técnica do LT SCAV*. Brasília: Comando da Marinha, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/emgepron/sites/www.marinha.mil.br/emgepron/files/fichatecnica/ltscavo.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2025.

NAVAL SEA SYSTEMS COMMAND (NAVSEA). *NSTM 079: Practical Damage Control*. Washington, DC: U.S. Navy, 2008.

NAVAL SEA SYSTEMS COMMAND (NAVSEA). *NSWC PDS advanced damage control team delivers software to help mitigate the spread of COVID-19*. NAVSEA - U.S. Navy, Washington, DC, 14 ago. 2020. Disponível em: <https://www.navsea.navy.mil/Media/News/Article/2312995/nswcpds-advanced-damage-control-team-delivers-software-to-help-mitigate-the-spr/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

REED, Stephen K. *Cognition: théories et applications*. Bruxelles: De Boeck Supérieur, 2017.

RIA NOVOSTI. *Крейсер «Москва» получил серьезные повреждения, сообщило Минобороны*. RIA Novosti, Moscou, 14 abr. 2022. Disponível em: <https://ria.ru/20220414/kreyser-1783435471.html>. Acesso em: 22 abr. 2025.

TAN, Michelle. *Navy's new Project OpenShip aims to swiftly apply AI to data captured by vessels at sea*. DefenseScoop, Washington, DC, 20 mar. 2023. Disponível em: <https://defensescoop.com/2023/03/20/navys-new-project-openship-aims-to-swiftly-apply-ai-to-data-captured-by-vessels-at-sea/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

TASS. *В Минобороны РФ заявили, что причиной пожара на крейсере «Москва» стало детонация боезапаса*. TASS, Moscou, 14 abr. 2022. Disponível em: <https://tass.ru/proisshestiya/14372453>. Acesso em: 22 abr. 2025.

UNITED STATES. Department of the Navy. *OPNAVINST 9070.1B: Survivability policy and standards for surface ships and craft of the U.S. Navy*. Washington, DC: Department of the Navy, 17 nov. 2017.

UNITED STATES. Department of the Navy. *NTTP 3-20.31: Surface Ship Survivability*. Washington, DC: Department of the Navy, jun. 2012.

Hospital CEMA

acesse o site:



Atendimento médico especializado em olhos, ouvidos, nariz e garganta 24 horas por dia, 7 dias na semana.

No **Hospital CEMA**, você realiza consultas e exames em **oftalmologia** e **otorrinolaringologia** com hora marcada ou pronto-atendimento. Tudo é feito num único local, com a qualidade e a segurança de um hospital que possui quase 50 anos de experiência.

Se preferir, o **CEMA** também possui outras 19 unidades ambulatoriais de atendimento estrategicamente localizadas na Região Metropolitana de São Paulo; com certeza, uma delas fica bem perto de você!

Agende ainda hoje uma consulta ou exame pra você e sua família pelo telefone **(11) 2602-8000**

CEMA Medicina Especializada
Olhos • Ouvidos • Nariz • Garganta

A qualidade que você pode ver, ouvir e sentir.



ATIVIDADES DA ESQUADRA



Comemoração dos 202 Anos da Esquadra



NDM "Bahia" operando com CLANF - Operação MARAMBAIA



Operação POSEIDON



Operação ASPIRANTEX 2025



Passagem de Comando COMEMCH



Operação REDENTOR



Lançamento de Armas III/2025



ADEREX SUP-SUB – Lançamento de Armas III/2025



Colônia de Férias 2025



Passagem do CEME



Passagem de SO-MOR



Operação FRATERNO

ATIVIDADES DA CAAML



Inspeção Administrativa Militar realizada no CAAML



Premiação Revista Passadiço 2024



Comemoração do 81º aniversário do CAAML



Cerimônia de Passagem de Imediatice



Formatura do Curso de Aperfeiçoamento de Operador Radar e Operador Sonar



Cerimônia do Dia do Marinheiro



Aspirantes da Escola Naval realizam treinamento de Controle de Avarias e Combate a Incêndio no Grupo de Controle de Avarias (GruCAv)



Visita do *US 4th Fleet*, Contra-Almirante Carlos Sardiello



Cerimônia em comemoração ao Dia da Marinha, junho de 2025



Palestra sobre Crises e Conflitos Globais: ameaças e oportunidades para o Brasil, ministrada pelo Capitão de Mar e Guerra (RM1) Leonardo Mattos



Inspeção Operativa do Navio-Escola "BRASIL"



Cerimônia de transferência de Suboficiais para a Reserva Remunerada

O EMPREGO DE SARPS EM COMBATE

Lições do Conflito Rússia-Ucrânia, desafios e Oportunidades para a Marinha do Brasil



FOTO: Marinha do Brasil

Capitão-Tenente **MATHEUS LIMA DE SOUZA**

Encarregado da Divisão Tática Aeronaval - CAAML
Aperfeiçoado em Aviação Naval

Na Primeira Guerra Mundial, pilotos enfrentavam os céus em biplanos frágeis, movidos por motores rudimentares e pela audácia humana. Hoje, os cenários de guerra são dominados por sistemas não tripulados, que redefinem estratégias e ampliam significativamente as capacidades operacionais das Forças Armadas, especialmente em conflitos híbridos e assimétricos como os observados entre Rússia e Ucrânia.

Os SARPs, ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, emergiram como protagonistas de uma revolução silenciosa, capaz de alterar a dinâmica dos conflitos e abrir horizontes estratégicos antes inimagináveis.

Para a Marinha do Brasil (MB), responsável por proteger uma vasta área oceânica de aproximadamente 5,7 milhões de km² sob jurisdição, chamada Amazônia Azul, os SARPs surgem como uma ferramenta promissora. Com potencial para atuar em missões de vigilância, reconhecimento e em operações navais, essas aeronaves oferecem vantagens significativas em termos de redução de custos e riscos operacionais.

Atualmente, a MB utiliza os benefícios dessa tecnologia. Desde 2022, o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas (EsqdQE-1) opera o *ScanEagle* (Figura 1), um SARP compacto com capacidade de ser lançado de navios através de uma catapulta e recupe-

rado por sistema de gancho. Esse equipamento tem se mostrado valioso em missões de inteligência, reconhecimento, vigilância, garantia da lei e da ordem, além de prestar suporte em operações humanitárias.

Mais recentemente, o EsqdQE-1, por meio do Serviço de Busca e Salvamento Marítimo (Salvamar Brasil), incorporou o *Nauru 500C*

RQ-2 (Figura 2), desenvolvido e fabricado no Brasil pela empresa *Xmrobots*, com o intuito de aprimorar as operações de busca e salvamento no litoral e em águas interiores.

Apesar dessas vantagens, a adoção plena dos SARP's pela MB enfrenta desafios significativos, desde questões tecnológicas e regulatórias até a necessidade de adaptação doutrinária. Este artigo propõe uma análise do potencial dessa tecnologia, com base nas lições extraídas do uso intensivo dessas tecnologias no conflito entre Rússia e Ucrânia, explorando as barreiras para sua implementação e discutindo as perspectivas futuras dessa tecnologia.

LIÇÕES DO CONFLITO RÚSSIA-UCRÂNIA

O conflito entre Rússia e Ucrânia, deflagrado em fevereiro de 2022 e ainda em andamento, tornou-se um marco na evolução do uso de SARP's em combates, oferecendo um rico laboratório para análise, onde ambos os lados exploram essas tecnologias em larga escala, empregando desde modelos comerciais adaptados a sistemas militares avançados.



Figura 2 - *Nauru 500C* (RQ-2) desenvolvido pela empresa *Xmrobots*.

FOTO: Marinha do Brasil
Composição Fotográfica: SO Severiano

1. Emprego de SARP's pela Ucrânia

Nos primeiros meses da guerra, a Ucrânia utilizou o *Bayraktar TB2* (Figura 3), de origem turca, para ataques precisos contra blindados russos com mísseis guiados. Com especificações técnicas que incluem alcance operacional de 150 km, autonomia de 27 horas e capacidade de carregar até quatro mísseis antitanque *MAM-L* de 22 kg cada, o *TB2* demonstrou inicialmente alta eficácia contra formações blindadas russas.

No entanto, a adaptação russa com sistemas antiaéreos *Pantsir-S1* (com alcance de 20 km e capacidade de rastreamento simultâneo de 20 alvos) e ações de guerra eletrônica forçou a Ucrânia a recorrer a versões menores e comerciais *First-Person View* (FPV), como os *DJI Mavic*, adaptados com explosivos para ataques cirúrgicos contra trincheiras e tanques russos. Esses drones comerciais, custando entre US\$ 500 a US\$ 1.500, quando modificados com cargas explosivas de 0,5 a 1 kg, demonstraram relação custo-benefício excepcional contra alvos de alto valor. Esses casos demonstram a versatilidade dos SARP's, abrangendo desde sistemas avançados até soluções improvisadas.

Figura 3 - *Bayraktar TB2*, de origem turca, empregado pela Ucrânia.



FONTE: www.middleeasteye.net

2. Estratégias Russas com Sistemas Não Tripulados

A Rússia intensificou o uso dos *Shahed-136* (Figura 4), apelidados de *mopeds* pelo som característico, de origem iraniana, caracterizados por baixo custo (aproximadamente US\$ 20.000 por unidade) e simplicidade. Com alcance de 2.500 km e ogiva de 50 kg, esses SARPs são empregados em enxames para ataques de saturação contra infraestrutura ucraniana, como usinas elétricas, evidenciando o valor da escalabilidade.



Figura 4 - *Shahed-136 (mopeds)*, de origem iraniana, empregado pela Rússia.

FONTE: www.nationalinterest.org

Paralelamente aos *mopeds*, destaca-se o uso do *Orlan-10*, de origem russa, amplamente utilizado para direcionar artilharia. Com alcance de 120 km e autonomia de 16 horas, o *Orlan-10* demonstra a importância da integração com a artilharia e do investimento em SARPs de produção nacional, acessíveis e replicáveis (custo unitário de aproximadamente US\$ 87.000).

3. Evolução Tecnológica e Contramedidas

O conflito segue revelando desafios importantes, como o uso de sistemas de guerra eletrônica pela Rússia através do emprego de interferência eletrônica (sistemas *Krasukha-4* com alcance de até 300 km) e ataques cibernéticos, o que comprometeu a eficácia dos SARPs ucranianos. Em contrapartida, a resposta ucr-

niana, integrando os SARPs com Inteligência Artificial (IA), possibilitou operações mesmo em ambientes de forte interferência eletrônica.

Essas lições apontam para um futuro em que as Aeronaves Remotamente Pilotadas integradas com IA (Figura 5), também chamadas de *Unmanned Aircraft Systems* (UAS), poderão executar missões complexas – como patrulhas autônomas ou ataques coordenados – com mínima intervenção humana, uma perspectiva que a Marinha do Brasil deve acompanhar de perto.

A IA também promete transformar a compilação de dados táticos, integrando imagens térmicas, sinais de radar e informações acústicas. Isso permitirá ao Co-



Figura 5 - *Unmanned Aircraft Systems*, ARPs integrados com IA.

Composição Fotográfica: SO Severiano

mando e Controle uma visão em tempo real do cenário, melhorando a tomada de decisões em situações críticas.

DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO

Apesar do amplo mercado e das diversas oportunidades de aquisição no exterior, a adoção de SARP pela MB enfrenta barreiras que transcendem a mera aquisição de equipamentos.

1. Desafios Tecnológicos

Do ponto de vista tecnológico, a dependência de fornecedores estrangeiros expõe o país a riscos geopolíticos, além de aumentar os custos de manutenção. Nesse contexto, investir em desenvolvimento nacional é uma estratégia necessária para garantir soberania tecnológica, mas exige tempo e recursos significativos.

A vulnerabilidade a sistemas de interferência eletrônica e ataques cibernéticos é outro obstáculo crítico. Experiências no conflito Rússia-Ucrânia mostram que os SARPs podem ter suas comunicações interrompidas ou até ser controlados por adversários, destacando a urgência de investimentos em criptografia avançada e tecnologias *anti-jamming*, sem os quais a confiabilidade dos SARPs em cenários reais fica comprometida.

2. Regulamentação Civil e Militar de SARPs no Brasil

A implementação de SARPs no Brasil enfrenta um complexo ambiente regulatório que envolve tanto aspectos civis quanto militares. No âmbito civil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estabelece através do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial nº 94 (RBAC-E nº 94) as normas para operação de aeronaves não tripuladas, incluindo requisitos de certificação, registro e licenciamento de pilotos.

Para operações militares, o Comando da Aeronáutica, através do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), coordena a integração dos SARPs no Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SIS-CEAB). A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40 estabelece os procedimentos para solicitação de autorização de voo para aeronaves remotamente pilotadas em operações militares.

Nesse contexto regulatório, a MB deve ainda considerar as Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) para operações sobre águas jurisdicionais brasileiras, especialmente em áreas de tráfego aéreo intenso ou

próximas a plataformas de petróleo. A harmonização dessas regulamentações é fundamental para o emprego operacional seguro e legal dos SARPs.

3. Capacitação de Pessoal

A capacitação de pessoal representa outro desafio adicional. Operar SARPs requer habilidades distintas das exigidas para pilotar aeronaves tripuladas, o que implica a criação de programas de treinamento específicos e a formação de uma nova geração de pilotos. Embora essencial, esse processo também demanda tempo e recursos substanciais.

4. Adaptação Doutrinária

Por fim, a implementação requer uma revisão doutrinária, tradicionalmente centrada em meios tripulados. Adaptar as doutrinas atuais, em coordenação com as demais Forças, é um passo fundamental para que essa tecnologia alcance seu pleno potencial em combate.

OPORTUNIDADES E PERSPECTIVAS FUTURAS

1. Desenvolvimento da Base Industrial de Defesa

O Brasil possui capacidade industrial crescente no setor de SARPs, com empresas como *Embraer*, *Xmrobots*, *AVIBRAS*, entre outras, desenvolvendo soluções nacionais. O investimento em pesquisa e desenvolvimento através de parcerias entre a MB, universidades e a indústria nacional pode acelerar a independência tecnológica.

2. Integração com Sistemas Existentes

A integração dos SARPs com os sistemas de Comando, Controle, Comunicações, Computação, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento oferece oportunidades de multiplicar a eficácia operacional sem custos proibitivos. A compatibilidade com sistemas como o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) pode potencializar as capacidades de vigilância marítima.

3. Aplicações Específicas para a Amazônia Azul

As características únicas da Amazônia Azul – vasta extensão, condições meteorológicas variadas e distâncias significativas da costa – tornam os SARPs ideais para:

- Patrulhas de longo alcance com autonomia estendida;
- Monitoramento de atividades de pesca ilegal;
- Vigilância de plataformas petrolíferas; e
- Apoio a operações de busca e salvamento

O desenvolvimento de capacidades de IA embarcada permitirá aos SARPs da MB executar missões cada vez mais complexas de forma autônoma, incluindo reconhecimento de padrões, classificação automática de alvos e coordenação de enxames para cobertura de grandes áreas.

CONCLUSÃO

O emprego de SARPs não é apenas uma tendência, mas uma necessidade estratégica diante da evolução dos conflitos assimétricos e híbridos. As lições do conflito Rússia-Ucrânia evidenciam o potencial transformador do emprego dos SARPs em combate, ao mesmo tempo em que destacam a necessidade de inovação, produção local e resiliência frente a ameaças eletrônicas.

Nesse contexto, a Marinha do Brasil deve priorizar a pesquisa e o desenvolvimento desses sistemas, em parcerias com empresas nacionais, além de ampliar a formação de pessoal qualificado e adaptar suas doutrinas às realidades da guerra moderna.

Embora os obstáculos sejam significativos, os SARPs possuem o potencial de reforçar a defesa marítima brasileira, contribuindo para que a Marinha do Brasil se prepare para os desafios do século XXI. A integração bem-sucedida dessa tecnologia não apenas fortalecerá as capacidades operacionais da MB, mas também consolidará o Brasil como referência regional em tecnologias de defesa.

REFERÊNCIAS

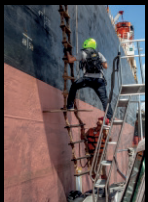
- AUSTIN, R. *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Chichester: John Wiley & Sons, 2010. 332 p.
- BLOM, J. D. *Unmanned Aerial Systems: A Historical Perspective*. Fort Leavenworth: Combat Studies Institute Press, 2010. 92 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. *Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial nº 94 (RBAC-E nº 94): Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil*. Brasília: ANAC, 2021.
- GETTINGER, D. *The Drone Databook*. Annandale-on-Hudson: Center for the Study of the Drone at Bard College, 2019. 156 p.
- KEANE, J. F.; CARR, S. S. *A Brief History of Early Unmanned Aircraft*. Johns Hopkins APL Technical Digest, v. 32, n. 3, p. 558-571, 2013.
- MICHEL, A. H. *Eyes in the Sky: The Secret Rise of Gorgon Stare and How It Will Watch Us All*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2019. 288 p.
- NEWCOME, L. R. *Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles*. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004. 143 p.



FONTE: U.S. Army Europe and Africa
FOTO: Sgt. Wesley Riley



Praticagem de São Luis
Provedora de soluções em prol
da segurança da navegação



PRÊMIO CONTATO
CNTM 2023/2024

Navios diretamente subordinados ao
Comando da Força de Superfície

A140

NAM Atlântico
685 contatos



Navios do Comando do 1º
Esquadrão de Escolta

F44

**Fragata
Independência**
1622 contatos



Navios do Comando do 2º
Esquadrão de Escolta

V32

**Corveta
Júlio de Noronha**
12 contatos



Navios do Comando do 1º
Esquadrão de Apoio

G40

NDM Bahia
550 contatos



Esquadrões de Helicópteros

EsqdHU-2

2º Esquadrão de Helicópteros
de Emprego Geral
255 contatos



SETMAR

WWW.SETMAR.COM.BR



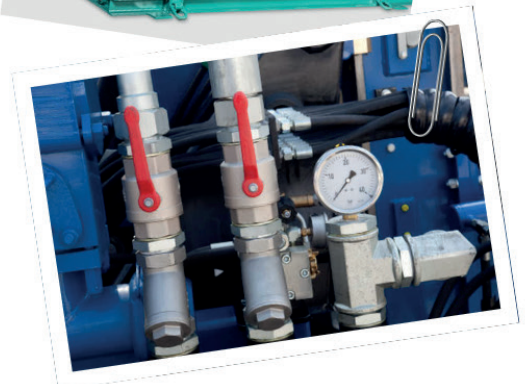
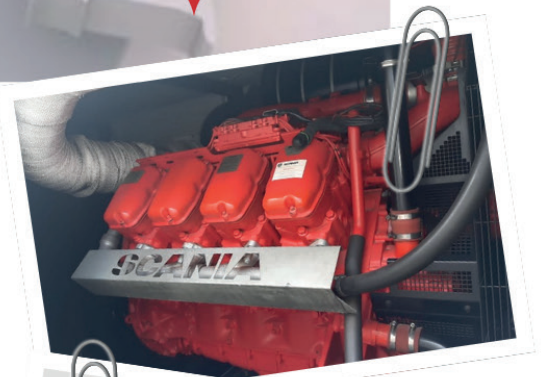
Onde nos encontrar



À Marinha do Brasil, nossa eterna gratidão. Foi ao seu lado que demos os primeiros passos e aprendemos valores que hoje fazem parte da essência do Setmar Group. A confiança que nos foi depositada não apenas abriu portas, mas também nos desafiou a sermos melhores a cada dia, elevando nossos padrões técnicos e nosso compromisso com a excelência.

Receber a oportunidade de servir à Marinha significou mais do que executar serviços: significou aprender sobre disciplina, rigor, responsabilidade e patriotismo. Esses ensinamentos continuam sendo a base de nossa atuação em cada projeto, em cada entrega e em cada novo cliente conquistado.

Reconhecemos que nossa trajetória só foi possível porque um dia a Marinha acreditou em nós. Por isso, a cada conquista, celebramos não apenas o crescimento da Setmar, mas também a parceria e a inspiração que sempre encontraremos em sua história.





SEABED WARFARE

A Nova Fronteira dos Conflitos Navais

Capitão de Fragata **ALBERTO FERREIRA FILHO**

Comandante - NpaOcApa
Aperfeiçoado em Armamento

INTRODUÇÃO

O mar sempre teve importância crítica para o desenvolvimento econômico e para as interações entre as sociedades. No contexto da estratégia militar, a guerra naval foi tradicionalmente dominada por combates de superfície, mas observou, ao longo dos últimos dois séculos, uma transformação nas suas características, impulsionada pelas evoluções tecnológicas, com destaque para: a transição da propulsão à vela para o vapor e os motores à combustão, o desenvolvimento de equipamentos de comunicações e radares, a ampliação das capacidades operacionais da aviação sobre o mar (embarcada ou operando a partir de terra), e a evolução dos submarinos.

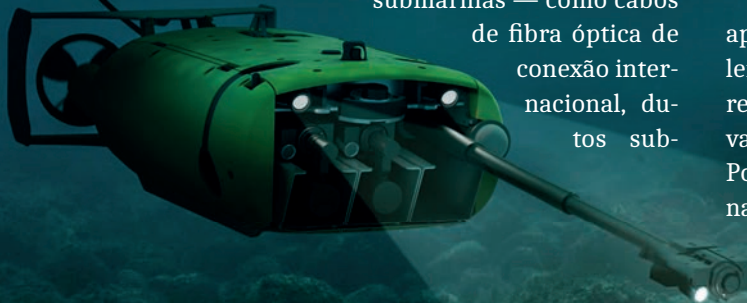
Nos últimos anos, o aumento das buscas por exploração dos recursos existentes no mar e nos fundos marinhos, e o consequente fenômeno da territorialização do mar, aumentaram o papel deste domínio como um ponto de tensões e disputas interestatais. Nesse contexto, a crescente dependência de infraestruturas submarinas — como cabos de fibra óptica de conexão internacional, dutos sub-

marinos e plataformas de energia *offshore* — ampliou o foco estratégico sobre o mar, apresentando uma nova fronteira: o leito marinho. Essa disputa emergente por tal parcela do domínio marítimo denominada “*Seabed Warfare*” ou combate no leito marinho, envolve a proteção, a interrupção e o controle de ativos subaquáticos críticos para a segurança nacional e as comunicações globais.

Diferente dos combates navais tradicionais, as ações adversárias conduzidas no leito marinho são caracterizadas por furtividade, ambiguidade e táticas assimétricas, dificultando a sua detecção, prevenção e a atribuição de responsabilidades. Países como França, Estados Unidos, Rússia e China estão investindo pesadamente em capacidades de combate no leito marinho, reconhecendo sua importância estratégica, tanto ao longo do contínuo da competição (em tempos de paz) quanto em potenciais conflitos.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo apresentar a importância do conceito de combate no leito marinho e suas características, assim como a sua relevância para a Marinha do Brasil, tendo em vista a vastidão das áreas marítimas sob jurisdição nacional. Por fim, pretende-se apresentar exemplos internacionais acerca do assunto.

FOTO: US Navy | SAAB - Arte: SO Severiano



A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DO LEITO MARINHO

A Amazônia Azul corresponde ao conjunto de áreas marítimas nas quais o Estado brasileiro exerce jurisdição e direito de soberania sobre a exploração e exploração de recursos naturais, vivos e não vivos. Essa vasta região, que inclui os 3,5 milhões de quilômetros quadrados, além da plataforma continental estendida, na qual se destacam a Elevação do Rio Grande e a região da Margem Equatorial, apresenta incontáveis oportunidades de desenvolvimento econômico para o Brasil, ao mesmo tempo que a sua vigilância e o exercício da soberania nacional nessas regiões representa grandes desafios para o país e para a MB.

Nesse contexto, as infraestruturas empregadas nas atividades econômicas na Amazônia Azul são ativos de valor crítico para a normalidade da vida econômica e social do país. Ao mesmo tempo, se tornam vulnerabilidades críticas a serem protegidas, especialmente no ambiente de segurança atual, onde as ameaças híbridas se manifestam não apenas pela expressão militar do poder nacional, mas também por meio de técnicas que integram e sincronizam ações.

No que se refere ao leito marinho, destacam-se:

- **Cabos Submarinos:** Mais de 95% do tráfego global de internet passa por esses cabos submarinos de conexão internacional. Tais dados são essenciais para o funcionamento das atividades econômicas e transações financeiras no mundo globalizado. Além disso, no aspecto militar, a interrupção ou a interceptação das informações trocadas por meio de tais cabos pode comprometer as comunicações e a capacidade de Comando e Controle das operações. O Brasil, atualmente, possui conectividade com cerca de 20 cabos submarinos, com 4 principais pontos de conexão, nas cidades de Fortaleza (CE), Rio de Janeiro (RJ), Santos (SP) e Salvador (BA).
- **Plataformas de Energia Offshore, Oleodutos e Gasodutos:** Plataformas de exploração e exploração de petróleo e gás natural em águas profundas são vitais para a segurança econômica. No caso brasileiro, em que mais de 95% do petróleo e cerca de 90% do gás natural são produzidos por instalações em alto-mar, essas infraestruturas tornam-se especialmente críticas. Não apenas pelo impacto econômico diretamente causado por

uma interrupção proposital das atividades, mas também pelo potencial de dano ambiental que um ataque a essas infraestruturas pode ocasionar. Somma-se às plataformas as suas infraestruturas de escoamento da produção, com destaque, no caso do leito marinho, para os oleodutos e gasodutos e suas respectivas conexões com o continente.

- **Novas tendências nas atividades marítimas:** Como a escassez de recursos em terra, cada vez mais os Estados têm buscado fontes de recursos e desenvolvimento de tecnologias para sua exploração e exploração em áreas marítimas. Destacam-se, nesse caso, as iniciativas de novas fontes de energia, como as eólicas *offshore* e suas respectivas infraestruturas de apoio, que se apoiam no leito marinho. Além disso, estudos geológicos avançam sobre a presença e as possibilidades de extração de recursos minerais em áreas marítimas, incluindo as regiões do Ártico e da Antártica. A extensão da Plataforma Continental brasileira, que inclui a Elevação do Rio Grande, é uma dessas regiões cobiçadas para futuras atividades de mineração submarina.

CARACTERÍSTICAS DO COMBATE NO LEITO MARINHO

Uma das principais características do combate no leito marinho é a dificuldade de se atribuir responsabilidades sobre ataques sofridos. Diferente das operações de combate naval tradicional, onde meios característicos e claramente identificados conduzem ações militares, no ambiente submerso os agressores utilizam-se da vastidão e das dificuldades de vigilância para realizar ações encobertas, empregando métodos não convencionais. Tais ações valem-se das ambiguidades entre atores estatais ou não estatais, acidentes ou agressões propositais, ações militares ou não militares, de forma a permitir que os autores mantenham negação plausível e dificultar as respostas por parte do Estado agredido.

De maneira geral, as ações procuram manter-se abaixo do limiar de violência que justifique uma resposta militar tradicional, ao mesmo tempo em que respostas meramente diplomáticas e/ou econômicas não sejam suficientes para conter a agressão. Além disso, o uso de atores *proxy* torna ainda mais complexa a responsabilização e a resposta. Como exemplos recentes, os rompimentos de cabos submarinos no Mar Báltico e a provável sabotagem do gasoduto Nord Stream de-

monstram como a dificuldade em encontrar evidências conclusivas, as ambiguidades e as táticas envolvidas tornam o combate no leito do mar uma opção atraente para os agentes que aplicam táticas de ameaças híbridas.

O ambiente submarino e o leito do mar têm como características intrínsecas a dificuldade de detecção e de comunicação, além de grande complexidade para acessar e manipular objetos. Dessa forma, a vigilância e a intervenção no combate no leito marinho demandam meios específicos que possam operar de forma eficaz nas profundezas oceânicas, muitas vezes além da capacidade de plataformas navais convencionais, impondo exigências tecnológicas elevadas. Nesse contexto, os meios mais recomendados são aqueles capazes de operar de forma autônoma ou controlada remotamente, com alta resistência à pressão e precisão em operações delicadas. Além disso, a longa autonomia e capacidade de permanência dos meios empregados possibilita o monitoramento mais perene, ampliando a capacidade de proteção de infraestruturas e neutralização de ameaças.

Entre os meios necessários, destacam-se os Veículos Subaquáticos Autônomos (AUVs), capazes de realizar missões de reconhecimento, e os Veículos Operados Remotamente (ROVs) que proporcionam maior precisão em tarefas como inspeções mais detalhadas e reparos controlados à distância. Adicionalmente, a integração de redes de sensores subaquáticos e sistemas de inteligência artificial ampliam a capacidade de vigilância contínua, permitindo a detecção antecipada de ameaças no domínio invisível do leito marinho. Os avanços tecnológicos necessários para o desenvolvimento desses meios possuem aplicação dual, tendo em vista a semelhança de sensores e sistemas de controle com os equipamentos utilizados pelas próprias empresas que desempenham atividades no mar relacionadas com o leito marinho.

Sob a perspectiva dos agentes agressores, os AUVs e ROVs podem ser empregados em atividades de reconhecimento, minagem e sabotagem, sem exposição humana direta. Adicionalmente, submarinos especializados, como o *Losharik* da Marinha Russa, são empregados em missões de mergulho profundo, com potencial de intervenção direta em cabos submarinos e sensores críticos. Esses meios, ao combinar furtividade, autonomia e precisão, representam o núcleo das

capacidades tecnológicas necessárias para a condução eficaz do “*seabed warfare*”.

EXEMPLOS INTERNACIONAIS DE COMBATE NO LEITO MARINHO

A França tem se destacado como uma pioneira na defesa do leito marinho, reconhecendo sua relevância oficialmente em documentos estratégicos, antes de muitos outros países. A abordagem francesa combina capacidades navais de ponta com ações coordenadas de proteção e vigilância. A Marinha Francesa opera submarinos nucleares avançados, como os da classe Barracuda, além de drones subaquáticos voltados para o monitoramento da infraestrutura crítica no fundo do mar. Em locais estratégicos como Marselha e a Bretanha, as patrulhas foram intensificadas para proteger pontos de aterragem de cabos submarinos vitais para as comunicações globais. Paralelamente, a França conduz regularmente exercícios militares que simulam ataques e sabotagens a essas infraestruturas submersas, demonstrando sua prontidão para responder a ameaças. No plano internacional, o país tem atuado em sinergia com a OTAN e a União Europeia, defendendo uma postura coordenada do Ocidente na defesa do Atlântico e de suas rotas críticas submarinas.

Os Estados Unidos, por sua vez, estão ampliando significativamente sua já dominante capacidade submarina, com foco especial no combate no leito marinho. O programa *Snakehead* representa um avanço no desenvolvimento de AUVs de grande porte, destinados a missões de reconhecimento, coleta de inteligência e ofensivas discretas. A Marinha norte-americana também fortaleceu sua colaboração com o setor privado, utilizando a expertise de empresas como a *Ocean Infinity* no mapeamento do fundo do mar e na proteção de cabos submarinos de fibra ótica. Em resposta a ameaças de seus principais rivais geopolíticos, o Pentágono tem monitorado operações estrangeiras em áreas sensíveis, como as proximidades de Guam e do Havaí, reconhecendo a vulnerabilidade de seus ativos submarinos em possíveis cenários de conflito.

A Rússia tem adotado uma abordagem mais sigilosa e ofensiva nas operações submarinas, apostando em táticas avançadas de guerra no leito marinho. Seus submarinos de missão especial, como o *Losharik* e o *Belgorod*, são capazes de operar em profundidades extremas, com potencial para manipular ou sabotar cabos submarinos de importância crítica. A suspeita de

envolvimento russo no ataque ao gasoduto Nord Stream, no Mar Báltico, reforça as preocupações ocidentais quanto à capacidade russa de intervir nesses tipos de infraestruturas. Por fim, os russos têm investido em campanhas de mapeamento do leito marinho no Ártico, buscando reforçar suas reivindicações territoriais sobre áreas ricas em recursos naturais — um movimento que tem gerado tensões crescentes com a OTAN e outros países interessados na região polar.

A China, por fim, segue uma estratégia de expansão discreta de sua presença e influência nos fundos marinhos. O crescente controle de parcelas dos cabos submarinos globais por empresas chinesas consolida sua posição em infraestrutura crítica de comunicações. Ao mesmo tempo, navios de pesquisa chineses vêm realizando extensos mapeamentos do leito marinho no Mar do Sul da China, o que, embora justificado por razões científicas, levanta suspeitas sobre possíveis aplicações militares. A China também tem avançado no desenvolvimento de sistemas autônomos, incluindo AUVs voltados tanto para fins civis quanto militares, o que amplia significativamente sua capacidade de operar e projetar poder no domínio subaquático.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de capacidades relacionadas ao combate no leito marinho cresce em relevância nas estratégias marítimas e navais dos Estados costeiros. Os conflitos contemporâneos têm demonstrado cada vez mais a importância de se proteger infraestruturas de energia e comunicações, à medida que aumentam as incidências de ataques e interrupções não comprovadamente acidentais desses serviços. Destaca-se ainda, que os países afetados por tais ocorrências muitas vezes não estão diretamente envolvidos em conflito. Tal fato, somado à dificuldade de identificação dos agressores e atribuição de responsabilidade restringe a capacidade de resposta.

Para o Brasil, a garantia do exercício do direito de soberania sobre o leito marinho e a proteção de infraestruturas críticas do Poder Marítimo é um desafio

crescente. A Amazônia Azul exerce papel fundamental no desenvolvimento e na segurança econômica do país, e a sua expressividade tende a crescer à medida que se ampliem as atividades em regiões adicionadas à jurisdição nacional, como a Elevação do Rio Grande e a Margem Equatorial.

A modernização dos meios navais, com investimento em sistemas não tripulados, associados à cooperação internacional e com empresas que operam atividades econômicas no leito marinho são passos importantes para ampliar a capacidade operacional da MB. Tais medidas podem proporcionar ampla consciência situacional, possibilitando a detecção de ameaças e uma resposta eficaz.

REFERÊNCIAS

FRANÇA. Stratégie de maîtrise des fonds marins. Ministère des Armées, 2022. Disponível em: https://www.archives.defense.gouv.fr/content/download/636001/10511909/file/20220214_FRENCH%20SEABED%20STRATEGY.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES (IISS). France's deep dive into seabed warfare. 2022. Disponível em: <https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2022/02/frances-deep-dive-into-seabed-warfare/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

ROYAL UNITED SERVICES INSTITUTE (RUSI). Stalking the seabed: how Russia targets critical undersea infrastructure. 2022. Disponível em: <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/stalking-seabed-how-russia-targets-critical-undersea-infrastructure>. Acesso em: 20 jun. 2025.

NAVAL NEWS. U.S. Navy to get new unique submarine – Virginia SSW. 2023. Disponível em: <https://www.navalnews.com/naval-news/2023/04/u-s-navy-to-get-new-unique-submarine-virginia-ssw/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

NAVAL NEWS. Russian spy ship Yantar loitering near trans-Atlantic internet cables. 2021. Disponível em: <https://www.navalnews.com/naval-news/2021/08/russian-spy-ship-yantar-loitering-near-trans-atlantic-internet-cables/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

UNITED KINGDOM. House of Commons Library. Seabed warfare: protecting the UK's undersea infrastructure. 2023. Disponível em: <https://commonslibrary.parliament.uk/seabed-warfare-protecting-the-uks-undersea-infrastructure/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

WILSON CENTER. Seabed warfare against data cables. 2023. Disponível em: <https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/uploads/documents/Seabed-Warfare-Cables%20%281%29.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SCIPANOV, D.; SAVA, S. Doctrinal considerations about the seabed warfare. Revista Militară Română de Teorie și Practică Militară, v. 3, 2024. Disponível em: <https://en-gmr.mapn.ro/webroot/fileslib/upload/files/arhiva%20reviste/RMT/2024/3/SCIPANOV%2C%20SAVA.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.

AS CAPACIDADES DE UM “GRUHELO”

Princípios ASuW sendo postos em prática

Primeiro-Tenente CAIO VINICIUS SANT'ANA CORREA
 Encarregado da Divisão de Pessoal - Esquadrão HS-1
 Aperfeiçoado em Aviação Naval

FOTO: 3ºSG F. Ventura - EsqdHS-1

INTRODUÇÃO

A Aviação Naval desempenha um papel fundamental na Guerra Antissuperfície (ASuW - *Anti-Surface Warfare*), possibilitando a projeção de poder e o emprego de armas com alta precisão. Dentro desse contexto, o Grupo de Ação de Helicópteros (GRUHELO) se destaca como uma ferramenta essencial na detecção, acompanhamento e ataque a unidades inimigas, maximizando a eficiência das operações navais.

A missão “Lançamento de Armas IV - 2024”, que contou ativamente com a participação do 1º Esquadrão de Helicópteros Antissubmarino (EsqdHS-1) juntamente ao 2º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral (EsqdHU-2), ao 1º Esquadrão de Aviões de Interceptação e Ataque (EsqdVF-1) e a outros meios da Esquadra, demonstrou, na prática, as capacidades de um GRUHELO e a aplicação de princípios ASuW. Durante a missão, os helicópteros SH-16 “Seahawk” empregaram de forma coordenada os Mísseis Ar-Superfície (MAS) AGM-119B PENGUIN, mostrando a letalidade e importância estratégica da utilização de aeronaves para a proteção da Amazônia Azul.

Este artigo explora como o conceito de GRUHELO foi aplicado no exercício, abordando sua organização, detalhamento dos meios aéreos envolvidos e emprego operacional dos Seahawks na Guerra Antissuperfície.

O CONCEITO DE “GRUHELO” NA GUERRA ANTISUPERFÍCIE

Inicialmente, como forma de facilitar o entendimento posterior do tema principal a ser abordado, é importante compreender o conceito de Ação de Superfície (ASuP) e de Grupo de Ação de Superfície (GRASUP).

De acordo com a Doutrina Militar Naval (EMA-305), as ASuP são aquelas realizadas por unidades de superfície contra unidades de superfície, podendo se utilizar de aeronaves orgânicas, artilharia, mísseis ou torpedos, explorando as características de flexibilidade e versatilidade do Poder Naval. Acrescenta-se o fato de que estas ações são, geralmente, precedidas e apoiadas, ou ainda podem ocorrer como resultado de uma Operação de Esclarecimento - Busca, Patrulha, Acompanhamento ou Reconhecimento - podendo ser de caráter ofensivo ou defensivo.

Dar-se-á o nome de Grupo de Ação de Superfície (GRASUP) ao grupamento operativo constituído por unidades de superfície cujo propósito é garantir a detecção e engajamento dos meios de superfície e mercantes inimigos, no tempo adequado, de forma a negar à força adversa seu uso eficaz. Esse grupamento poderá atuar independentemente ou fazendo parte de uma Força-Tarefa, podendo até mesmo ser formado eventualmente, em virtude de uma situação de ameaça de superfície, conforme descrito no Manual de Ação de Superfície (EGN- 410).

Neste contexto, pode-se definir como GRUHELO, a operação conjunta de dois ou mais helicópteros orgânicos aos navios em uma Ação de Superfície, com o intuito de conduzir ataques aos meios de superfície inimigos, de acordo com decisão do Oficial em Comando Tático (OCT). Sua composição básica envolve um helicóptero controlador e um atacante, sendo que, em operações noturnas, pode ser necessário o emprego de um terceiro elemento para a iluminação do alvo.



Dentro da *Anti-Surface Warfare*, as aeronaves podem desempenhar diversas funções, dentre as quais destacam-se:

- A detecção e classificação de contatos hostis por meio de sensores embarcados, como radares e sistemas optrônicos;
- O acompanhamento e reconhecimento de unidades inimigas, coletando informações essenciais para a compilação do quadro tático; e
- O engajamento ofensivo coordenado, utilizando Mísseis Ar-Superfície para neutralizar ameaças em potencial, antes mesmo que estas iniciem uma ação hostil.

O emprego de um GRUHELO se baseia em princípios de guerra comuns a todos os ambientes, os quais devem ser interpretados e aplicados de acordo com a situação apresentada, que incluem: prontidão, concentração de forças, comando e controle, economia de meios, exploração, manobra, moral, objetivo, ofensiva, segurança, simplicidade e surpresa tática. No exercício supracitado, alguns desses princípios foram fundamentais para nortear o desencadeamento das ações empregadas, permitindo que os Guerreiros N-3035 e N-3036 atacassem de forma sincronizada e maximizassem o impacto sobre o alvo, além de contribuir para a saturação da defesa inimiga.

AS CAPACIDADES DO SH-16 SEAHAWK

O *Seahawk* é um meio aéreo altamente versátil dentro da Guerra Antissuperfície. No contexto do GRUHELO, suas capacidades são ampliadas, proporcionando maior alcance e eficiência no emprego dos armamentos.

Dentre seus sensores mais importantes no contexto supracitado, destacam-se:

- Radar AN/APS-143C (V)3, com cobertura de 360 graus, alcance de 200 milhas náuticas e múltiplos modos de operação, incluindo busca, navegação e

imageamento ISAR (Radar de Abertura Sintética Invertida);

- EOSS AN/AAQ-44, sensor eletro-óptico capaz de identificar alvos à longa distância, inclusive à noite;
- Sistema de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (ESM) LR-100, para detecção de emissões inimigas e aumento da consciência situacional; e
- *Weapons Management System* (WMS), que gerencia o disparo de armamentos, incluindo os MAS PENGUIN.

Conhecida como uma das principais capacidades, a autonomia da referida aeronave, que pode chegar a cinco horas de voo com os dois tanques externos instalados, destaca-se por permitir patrulhas mais duradouras, possibilitando a cobertura de áreas mais extensas e ataques coordenados a pontos estratégicos, mesmo que o alvo de interesse encontre-se consideravelmente afastado do navio-mãe, permitindo a atuação em uma defesa em profundidade.

Durante a missão, essas capacidades foram testadas e comprovadas. Os SH-16 partiram de diferentes pontos – um do Aeródromo Tenente Jorge Henrique Moller, localizado na cidade de São Pedro da Aldeia - RJ, e outro do Navio Doca Multipropósito Bahia (G-40) – e, inicialmente, se reuniram em um ponto específico, utilizando coordenadas de grade, o *rendezvous*. Logo após, prosseguiram com os procedimentos para detecção e localização do alvo de interesse, que culminaram em disparos simultâneos, utilizando o método “*Time On Target* (TOT)”, e garantindo impacto duplo em bordos distintos do casco da ex-Fragata Greenhalgh (F-46).

PRINCÍPIOS ASUW APLICADOS NO EXERCÍCIO

O sucesso da missão esteve diretamente relacionado à aplicação de conceitos basilares da Guerra Acima

Aeronave SH-16 Seahawk N-3035 armada com MAS PENGUIN



D'Água (GAD), com foco na Guerra Antissuperfície, dentre os quais podem ser citados:

1. Alarme antecipado - O uso dos sensores do SH-16 permitiu a detecção e localização do alvo à longa distância, o que possibilitaria a aplicação do conceito de defesa em profundidade numa situação real, gerando uma superioridade tática;
2. Inteligência - As informações de inteligência repassadas pelos meios participantes a respeito do meio empregado pelo inimigo - simulado -, ainda na fase de planejamento do exercício, possibilitaram uma tomada de decisão assertiva durante a missão;
3. Reação rápida - A aplicação do referido princípio foi resultante da padronização de procedimentos e comunicações, preparo do pessoal envolvido e uso eficiente dos sensores. Neste contexto, destaca-se a coordenação entre os navios e aeronaves, a qual contribuiu sobremaneira para que o ataque realizado fosse bem-sucedido e reduzisse o tempo útil para que o meio de superfície inimigo se defendesse apropriadamente;
4. Capacidade ofensiva dos próprios meios - O emprego de um GRUHELO potencializou a letalidade do engajamento. O uso do MAS PENGUIN, do tipo *fire-and-forget* e capacidade *sea-skimming*, possibilitou o engajamento do alvo sem necessidade de guiamento contínuo, aumentando a segurança dos helicópteros atacantes; e
5. Saturação das defesas inimigas - O método TOT garantiu que os impactos ocorressem simultaneamente, reduzindo a capacidade de reação do alvo.

Essas ações refletem a evolução da doutrina da Aviação Naval, consolidando a importância da integração do binômio navio-aeronave na defesa da Amazônia Azul.

CONCLUSÃO

A missão "Lançamento de Armas IV - 2024" demonstrou na prática como o emprego de um GRUHELO pode contribuir com a Guerra Antissuperfície, elevando a capacidade de ataque da Esquadra. A operação sincronizada das aeronaves do Esquadrão HS-1 combinada com o uso de armamentos de precisão, evidencia o alto nível de preparo da Aviação Naval como um todo.

A defesa da Amazônia Azul, região estratégica para o Brasil, requer forças navais modernas e altamente capacitadas. O aperfeiçoamento do emprego de aeronaves embarcadas atuando em conjunto em cenários reais fortalece a doutrina operacional e garante que a Aviação Naval continue sendo um elemento-chave na segurança marítima do país.

O sucesso na missão foi resultado de meses de planejamento e treinamento contínuo, tanto no simulador de voo como na própria aeronave, além do esforço ímpar empregado por pilotos, operadores de sensores e equipes de apoio para manterem o preparo requerido. Ademais, o aprimoramento das táticas AsuW somado ao emprego de armamentos reais com cabeça de combate contribui para a credibilidade e letalidade da nossa Esquadra, consolidando o Brasil como uma potência naval no Atlântico Sul.

REFERÊNCIAS

- CC LEANDRO SANTOS R F, O emprego AsuW das aeronaves SH-16, Revista "Passadiço" de 2021.
- MARINHA DO BRASIL. Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão. FI-CIC-P-006. Niterói, RJ: CAAML.
- MARINHA DO BRASIL. Escola de Guerra Naval. Manual de Ação de Superfície (EGN-410). Rio de Janeiro, RJ: EGN, 2018.
- MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. Doutrina Militar Naval (EMA-305). Brasília, DF: EMA, 2017.
- MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. Fundamentos Doutrinários da Marinha (EMA-301). Brasília, DF: EMA, 2023.
- NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. ATP-1 [C]: Allied maritime tactical instructions and procedures. Bruxelas: NATO, 2002.
- SIKORSKY. Brazil Navy Helicopter Flight Manual: MODEL 570B AIRCRAFT. Change 9. [Stratford]: Sikorsky, 2024.

Aeronave SH-16 *Seahawk* operando sobre o mar em uma comissão operativa



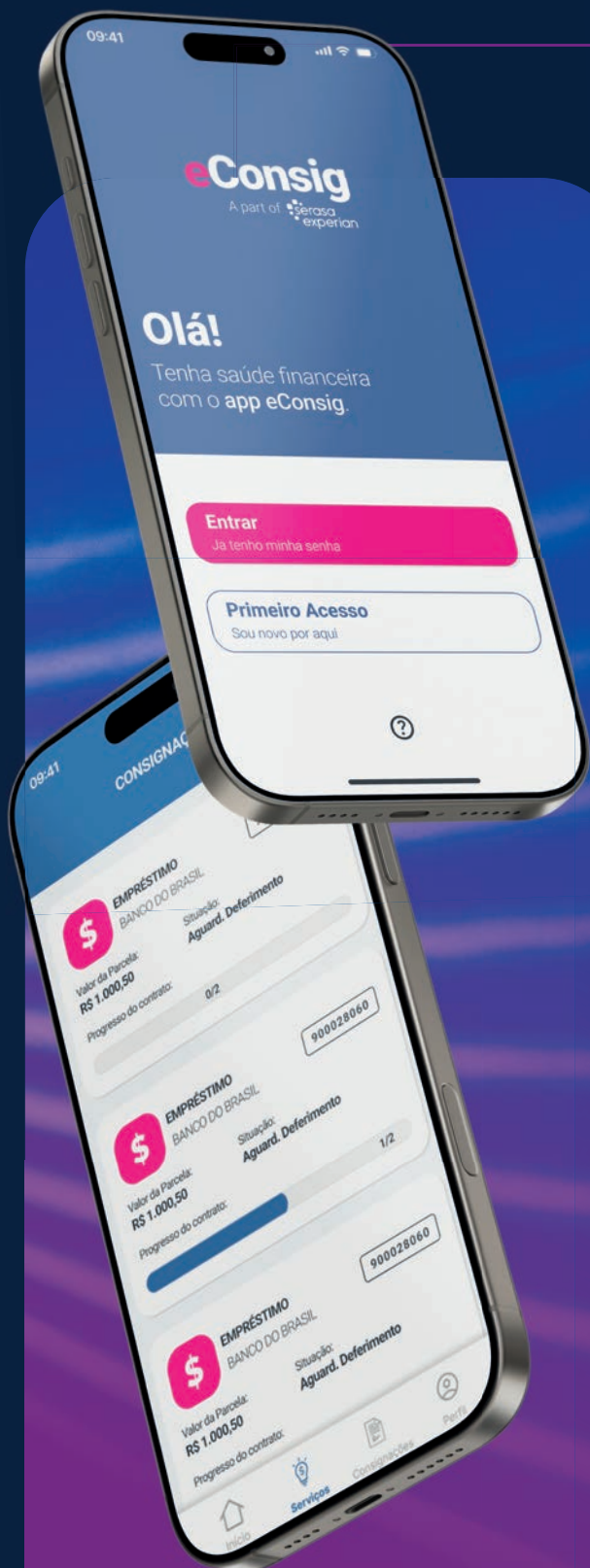
FONTE: Galeria de fotos do EsqdHS-1

Com o app eConsig,

o crédito está nas suas mãos!

eConsig

A part of **Serasa Experian**



Agora, com a força da **Serasa Experian**, o aplicativo eConsig oferece mais rapidez, facilidade e segurança na gestão dos seus consignados.

Com o app, você:



Consulta sua margem atualizada



Simula e compara taxas em tempo real



Acessa crédito com juros mais baixos e prazos mais flexíveis



Encontra as melhores condições para o seu consignado

With the eConsig app, credit is at your fingertips.

Now powered by the strength of Serasa Experian, eConsig delivers greater speed, convenience, and security in managing your payroll loans.

With the app, you can:

- View your up-to-date borrowing limit (monthly available amount)
- Access credit with lower interest rates and more flexible terms
- Simulate and compare rates in real time
- Find the most competitive payroll loan options for your needs

Baixe o eConsig e confira!

Only available in Brazil



Faça download na
App Store



BAIXE NA
Google Play

CLASSE TAMANDARÉ E NDM OIAPOQUE

Fortalecendo O Núcleo Do Poder Naval



FOTO: Marinha do Brasil

Composição Fotográfica: SO Severiano

Capitão de Fragata **GILBERTO FILIPPI DE VASCONCELLOS**

Imediato - CAAML
Aperfeiçoado em Máquinas

INTRODUÇÃO

O papel desafiante que a Amazônia Azul representa para a Marinha do Brasil (MB), pois o mar e as hidrovias são fundamentais para a prosperidade do Brasil, tanto pelo aproveitamento econômico de recursos vivos e não vivos, quanto para a produção energética, na qual se destaca a exploração de petróleo, como pela relevância para o nosso comércio exterior e também para as comunicações pelos cabos submarinos.

No momento em que acompanhamos os desdobramentos das relações internacionais, as fragmentações geopolíticas, as corridas das nações para aumentar os

seus poderes combatentes, os avanços tecnológicos e táticos nos conflitos e as instabilidades econômicas de importantes países, apresentam grandes desafios para as decisões das nações nesse cenário global.

Como veremos no decorrer deste artigo, a MB vem buscando cumprir seu compromisso de recompor o núcleo do Poder Naval, a fim de contribuir para o exercício da soberania em águas sob jurisdição do Estado Brasileiro e na busca de ampliar a sua capacidade de presença em áreas de interesse e com a condição de eficiência adequada para atuar em diferentes cenários.

Assim, a Força Naval possui o Plano de Configuração de Força (PCF), no qual existe a previsão de se adquirir meios navais através de construção ou por obtenção de meios novos ou usados, desta forma, busca-se continuamente ampliar ou restabelecer uma capacidade prevista, procurando permanecer moderna e robusta para as diversas tarefas estabelecidas.

O ENTORNO ESTRATÉGICO

Como se pode ver na figura acima, a grandiosidade do espaço marítimo e das hidrovias navegáveis aos quais o Brasil detém interesses, há necessidade de toda a sociedade brasileira perceber que em nosso entorno estratégico, sendo ele em especial o Atlântico Sul, compreendido pelos seguintes limites geoestratégicos: ao Norte, o paralelo 16º N; ao Sul, o Continente Antártico; a Leste, pelo litoral da África Ocidental; e ao Oeste, pela América do Sul. O limite de 16º N tem o propósito de englobar três importantes áreas: a que abrange o espaço entre os salientes nordestino e o ocidental africano, o Mar do Caribe e o litoral brasileiro do hemisfério Norte, definidos na Política Nacional de Defesa e também descrito no Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040), é uma extensa área que pode ser afetada, tanto a nossa soberania quanto os nossos interesses na região por conflitos de outros Estados, por ameaças multifacetadas, tais como terrorismo, pandemia, pirataria, crimes transnacionais e desastres ambientais.

Neste diapasão, a Marinha do Brasil, através do seu Setor Operativo, busca estar constituída por Forças Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais modernas, capazes de contribuir para o cumprimento da missão da MB,



Fonte: elaborado pelo autor

e em consonância com as demandas da sociedade. O Setor Operativo busca constantemente contar com uma capacidade combatente, em condição de pronto emprego, compatível com as necessidades da defesa da Pátria e diversas outras atribuições da MB; estando tecnologicamente atualizado, contando com sistemas integrados capazes de monitorar e controlar a Amazônia Azul, rios e vias navegáveis; ainda mantendo o seu pessoal adequadamente capacitado, motivado e adestrado no mais alto nível e com apoio logístico efetivo.

Fazendo parte do Setor Operativo, para cumprir essa responsabilidade da guarda dos nossos interesses no mar, temos a Esquadra Brasileira que deve possuir as características de mobilidade, permanência, versatilidade e flexibilidade, capaz de atender as tarefas básicas do Poder Naval previstas na Doutrina Militar Naval. Deverá, também, estar apta a ser empregada em situações de conflito armado, e nas circunstâncias em que seja necessário o emprego limitado da força ou a condução de atividades benígnas. Deve manter-se no mais elevado grau de aprestamento para conduzir as operações navais. Para isso o Comando em Chefe da Esquadra e as suas Forças Subordinadas são focos contínuos dos esforços



FOTO: Marinha do Brasil

organizacionais: a eficaz manutenção dos meios, a eficiência na gestão de recursos, a modernização, a efetividade do adiestramento e a adequada capacitação de pessoal para atender às unidades operacionais.

Assim, a construção do núcleo do Poder Naval depende intrinsecamente da substituição dos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais obsoletos por novos meios a serem incorporados à MB, cuja obtenção, como já citado anteriormente, poderá ser através de construção de meios no Brasil ou no exterior, assim como a aquisição de meios novos ou usados. Todavia, a obsolescência pode ser mitigada através de modernizações e revitalizações realizadas constantemente pela Força Naval.

O PODER NAVAL

Como já observado, os oceanos possuem papel fundamental na globalização econômica e na política internacional e cada vez mais se destaca em função de ser relevante fonte de riquezas e um dos principais meios de trocas comerciais, e toda essa relevância é um fator de projeção de poder das nações mais desenvolvidas e essa capacidade de projetar sua força faz com que os Estados, procurem desenvolver e consolidar suas capacidades através da construção de um Poder Marítimo. É importante destacar que o Poder Naval contribui para assegurar a estabilidade e o equilíbrio entre as nações, garantindo a soberania dos Estados que dependem dos mares.

Marinhas crescem e evoluem, são estabelecidas novas estratégias, novas táticas são concebidas, adaptam-se conceitos, desenvolvem-se outros, bem como novas armas, sistemas e equipamentos para usar e empregar cada vez com maior eficiência e eficácia. Todavia, ainda hoje, ainda hoje, as marinhas se alicerçam nas clássicas e bem conhecidas funções do Poder Naval.

Em nossa literatura, no livro *Fatos da História Naval* encontramos a definição que o Poder Naval é formado por Forças Navais ou por Esquadras, pelo pessoal dedicado ao guarnecimento, pessoal engajado, bases navais e outros componentes diretamente ligados ao combate no mar.

Contudo, esse entendimento sobre Poder Naval nos remete à obra clássica do oficial da Marinha dos Estados Unidos da América *Alfred Thayer Mahan*, que em sua obra *"The Influence of Sea Power upon History"*, da-

tada de 1890, apresentou a importância do controle do mar para o desenvolvimento do Estado, para que uma nação se tornar uma potência era necessário uma força naval forte para garantir as rotas marítimas e o fluxo comercial.

Na busca de um pensamento atual pode-se citar o importante Professor Emérito de Estudos Marítimos no *King's College London*, o britânico *Geoffrey Till*, que possui uma extensa coleção de livros e artigos sobre história e estratégia marítima, onde em seu livro *"Seapower: A Guide for the Twenty-First Century"*, em sua 4ª Edição, apresenta que o Poder Naval, componente militar do Poder Marítimo de um país, contribui sobretudo para o fortalecimento dos demais elementos do referido poder, entre eles, sociedade e governo, economia do mar, geopolítica, infraestrutura portuária, construção naval e marinha mercante. Dessa forma, quanto mais forte for a Marinha do país, mais fortes serão os componentes desse segmento, gerando um círculo virtuoso na consolidação do Poder Marítimo de um estado.

Na MB, quando estudamos o Poder Naval, iniciamos pelo conceito estratégico, que é formalizado na Estratégia de Defesa Marítima (EDM), que define os objetivos, posturas e capacidades necessárias para enfrentar os desafios da atualidade. Este conceito é constantemente atualizado considerando a conjuntura tecnológica, econômica, geopolítica e ambiental, garantindo que a Marinha esteja preparada para operar efetivamente em seu ambiente operacional diversificado. Esses conceitos estratégicos de acordo com a EDM são: objetos estratégicos, posturas estratégicas e as capacidades estratégicas da MB.

O conceito estratégico na Marinha do Brasil, e suas conclusões, relacionam-se diretamente ao preparo do Poder Naval, no qual pode-se identificar três elementos fundamentais para uma marinha: o propósito, os recursos materiais e humanos e a estrutura organizacional. Desta forma, o conceito estratégico não apenas orienta o preparo do Poder Naval, mas também fortalece sua credibilidade e eficácia operacional, garantindo que a Marinha possa responder efetivamente aos desafios futuros, sejam eles de natureza militar, ambiental ou geopolítica.

Chega-se assim às tarefas básicas do Poder Naval brasileiro que incluem a proteção marítima, a segurança da navegação e o apoio ao desenvolvimento nacional,

todas articuladas nos Campos de Atuação, que destacam a abrangência e a interdisciplinaridade das funções da Marinha. A análise contínua dos ambientes operacionais como a Amazônia Azul, o Atlântico Sul, a Bacia Amazônica e a Bacia Platina orienta as posturas estratégicas e as prioridades de investimento da Marinha.

A figura abaixo resume esses Campos de Atuação do Poder Naval.



Fonte: elaborado pelo autor

Assim, com todas essas definições, a Marinha do Brasil estabelece as suas necessidades e prioridades da formação do Poder Naval, adquirindo equipamentos e qualificando o seu pessoal. Isso faz com que se compreenda a aquisição do Navio Doca Multipropósito (NDM) “Oiapoque” e a construção das Fragatas Classe “Tamandaré”, como bem afirmou o Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen, em uma apresentação na Escola Superior de Defesa, em agosto de 2024: “O Poder Naval existe para proteger os recursos do Brasil, e são os marinheiros que tornam essa missão possível”.

NAVIO DOCA MULTIPROPÓSITO OIAPOQUE

O NDM “Oiapoque” é a quinta embarcação da MB a receber este nome em alusão ao rio que traça o limite da fronteira Norte do País no Amapá. O navio segue a tradição da Força de homenagear as características geomorfológicas brasileiras.

Possuindo 176 metros de comprimento, um deslocamento de 18.500 toneladas e capacidade para embarcar até 710 militares, tem a possibilidade de manter uma velocidade média de 18 nós, ainda possui oito embarcações auxiliares destinadas a missões de resgate e ao transporte de pessoal e suprimentos em áreas de difícil acesso. O seu convés de vôo tem a capacidade para operar até dois helicópteros de grande porte, fundamentais para transporte de tropas, evacuação aeromédica e apoio logístico em diversas situações.

Tendo a capacidade de transporte de pessoal, veículos e carga, o NDM “Oiapoque” está preparado para operar em diversos cenários, desde cenários de combate no mar até ao apoio a uma calamidade pública, pois pode realizar o transporte de diversos tipos de materiais e equipamentos de engenharia voltados à reconstrução das infraestruturas críticas que tenham sido afetadas, apoio a uma população atingida e suporte às equipes de resgate.



FOTO: www.zona-militar.com

Assim, o navio é apto a realizar o envio célere de estruturas para hospitais de campanha, mantimentos, medicamentos e outros itens essenciais diretamente às áreas atingidas, contribuindo de forma decisiva para a preservação de vidas. Além de sua vocação humanitária, será empregado na proteção da Amazônia Azul, área estratégica das águas jurisdicionais brasileiras, rica em diversos recursos naturais e minerais.

Conforme as palavras do Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Olsen, destacou no dia da assinatura da compra do Navio: “A aquisição do HMS “Bulwark” constitui um marco no esforço de recomposição do núcleo do Poder Naval, contribuindo sobretudo para o exercício da soberania em águas sob jurisdição do Estado. A Marinha do Brasil reafirma, assim, seu compromisso com a ampliação da capacidade de presença em áreas de interesse e com a condição de eficiência adequada para atuar em diferentes cenários, seja em operações de defesa ou em apoio à população brasileira em situações de emergência, em especial nas respostas a desastres naturais e missões de assistência humanitária.”

FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ

O Programa das Fragatas Classe “Tamandaré” iniciou-se em 2017, com o objetivo de promover a renovação da Esquadra com quatro navios modernos, de alta complexidade tecnológica, construídos no País, com previsão de entrega para o período entre 2025-2029.

As quatro Fragatas inicialmente previstas serão escoltas versáteis e de significativo poder combatente, capazes de se contraporem a múltiplas ameaças e destinadas à proteção do tráfego marítimo, podendo realizar missões de defesa, aproximada ou afastada, do litoral brasileiro. Poderão ser empregadas na proteção às unidades componentes do Corpo Principal de Forças Navais, bem como em áreas afastadas, compondo Grupos de Ação de Superfície ou como Unidades de Busca e Ataque a submarinos.

Também serão empregadas na patrulha das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), com ênfase na fiscalização e proteção das atividades econômicas, principalmente a petrolífera e a pesqueira.

Serão navios com alto poder combatente, capazes de proteger a extensa área marítima brasileira, com mais de 5,7 milhões de km², denominada Amazônia Azul, realizar operações de busca e salvamento e atender compromissos internacionais, entre outras tarefas.

O Programa é um elemento fundamental e um meio indispensável, não só para o controle de áreas marítimas de interesse, evitando o acesso de meios não desejáveis pelo mar, como também para que o País atue sob a égide de organismos internacionais e em apoio à política externa, de forma compatível com a inserção do Brasil no cenário internacional.

A Classe “Tamandaré” foi projetada para substituir as Fragatas Classe “Niterói”, tendo a sua construção a cargo da Sociedade de Propósito Específico Águas Azuis, formada pela *Thyssenkrupp Marine Systems, Embraer e Atech*.

A Fragata “Tamandaré” (F200), a primeira unidade da classe, encontra-se na fase final de construção, já realizando provas de mar. O segundo navio, a Fragata “Je-

rônimo de Albuquerque” (F201), teve seu lançamento ao mar e batismo em agosto de 2025. Paralelamente, a terceira fragata do programa, “Cunha Moreira” (F202), avança na fase de montagem, cumprindo o cronograma estabelecido pelo Programa de Fragatas Classe “Tamandaré” (PFCT), que prevê a entrega escalonada das quatro unidades até 2029.

Com um deslocamento de 3.380 toneladas, comprimento de 107 metros e autonomia de 5.000 milhas náuticas, as Fragatas Classe “Tamandaré” foram projetadas para missões de escolta, combate no mar, patrulhas e controle de áreas marítimas de interesse estratégico. Sua tripulação é composta por aproximadamente 130 militares, podendo alcançar velocidades de até 25,5 nós.

O armamento dos navios é composto por um canhão principal *OTO Melara-Leonardo*, de 76/62 mm, um canhão automatizado *Rheinmetall Sea Snake*, de 30 mm, o sistema lançador de torpedos *SEA TLS-TT*, o sistema de contramedidas *Terma C-Guard*, mísseis antiaéreos *MBDA Sea Ceptor* e mísseis antinavio MANSUP, estes últimos desenvolvidos pela empresa brasileira SIATT em colaboração com a MB.

CONCLUSÃO

“O mar é o grande avisador. (...) Por ora a sua proteção nos sorri, antes de se trocar em severidade. As raças nascidas à beira-mar não têm licença de ser míopes. (...) Não se admitem surpresas para o nauta”. Rui Barbosa em seu artigo *A Lição das Esquadras*, publicado no jornal *A Imprensa*, em 16 de novembro de 1898.

Uma força naval eficaz é uma força pronta, baseada em preparo e emprego. Portanto, proteger as nossas riquezas será sempre um desafio constante e duradouro, e a prontidão é a certeza que permitirá que nossa Esquadra esteja pronta para vencer no mar.

Para isso, o Comando em Chefe da Esquadra e, em especial, para a Revista Passadiço por ser a “Revista da Superfície”, afirma que a Força de Superfície tem que buscar se manter com meios prontos com o claro entendimento da letalidade de seu emprego, com unidades prontas para combater em qualquer missão.

A visão de presente e futuro do núcleo do Poder Naval é de uma Força de Superfície pronta para o combate, com suas tripulações bem treinadas e com capacidade para cumprir a missão da Marinha em tempos de paz e guerra.

Cabe ainda lembrar o binômio importante dos navios anfíbios com o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), que desempenham um papel para o cumprimento das missões e para o aprimoramento do preparo das forças anfíbias necessárias para resposta a crises e dissuasão.

Desta forma, manter o Poder Naval fiel à sua destinação precípua – a sobrevivência e a prosperidade do Brasil –, exige de marinheiros e de fuzileiros pautarem suas ações e condutas sob a égide dos valores expressos na Rosa das Virtudes, pois dessa forma, cumprir-se-á o nobre designio dos Homens do Mar, em consonância às tradições navais, zelando pelo engrandecimento profissional, que é indissociável do poder combatente.

Pois finalmente, e mais importante, nenhuma dessas novas plataformas e iniciativas importa sem nossos marinheiros, homens e mulheres, pois o que acontece no mar não é um jogo e nossos marinheiros são combatentes que se comprometeram a servir ao Brasil e cuidar da nossa gente, e para isso, é preciso fortalecer a saúde mental e física de nossos combatentes, pois o preparo do combatente do mar é um conjunto de habilidades de desempenho que o Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão busca incessantemente, ao longo de seus 82 anos, para manter a Esquadra sempre preparada para a guerra.

REFERÊNCIAS

Agência Marinha de Notícias. Acesso: <https://www.agencia.marinha.mil.br/>. Acesso em: 05 out 2025.

Comandante da Marinha do Brasil : Almirante de Esquadra Olsen. *Revista Marítima Brasileira*, [S. l.], v. 143, n. 01/03, p. 9–16, 2024. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/revistamaritima/article/view/5794>. Acesso em: 05 out. 2025.

FLORES, Mario Cesar; VIDIGAL, Armando Amorim Ferreira. *Desenvolvimento do Poder Naval Brasileiro: tópicos para debate*, Brasília, 1976.

MAHAN, Alfred Thayer. *The influence of Sea Power upon History: 1660-1783*. Boston: Little, Brown and Company, 1890.

Marinha do Brasil. Acesso: <https://www.marinha.mil.br/programa-classe-tamandare>. Acesso: 05 out 2025.

TILL, Geoffrey. *Seapower: A Guide for the Twenty-First Century (4th ed.)*. London: Frank Cass, 2004.

VIDIGAL, Armando Amorim Ferreira. Apontamento de Estratégia Naval. In: *Revista Marítima Brasileira*. Rio de Janeiro, 1998.

_____. *A evolução do pensamento estratégico naval brasileiro*. Rio de Janeiro: Bibliex, 1985.



FOTO: The Times

Há

60 ANOS FORMANDO CONQUISTAS



Do berçário ao mestrado, o **UninCor** e o **Colégio de Aplicação** acompanham cada etapa da sua jornada.

Cursos de Graduação



Administração



Agronomia



Ciência da Computação



Ciências Contábeis



Direito



Educação Física



Enfermagem



Estética e Cosmética



Farmácia



Medicina Veterinária



Nutrição



Odontologia



Pedagogia



Psicologia

Mestrados



Gestão, Planejamento e Ensino



Saúde e Meio Ambiente

#EducaçãoQueTransforma #SouMaisUninCor

FCTE

FUNDAÇÃO COMUNITÁRIA TRICORDIANA DE EDUCAÇÃO



COLÉGIO DE APLICAÇÃO

UninCor

TROFÉUS OFERECIDOS PELO CAAML 2025



CAAML

TROFÉUS OPERATIVOS:

ALFA MIKE: Concedido, anualmente, ao navio da Esquadra que mais se destacou nos adestramentos de Operações Navais em Guerra Acima d'Água, conduzidos nos simuladores deste Centro.

FIXO MAGE: Concedido, anualmente, ao navio da Esquadra que mais se destacou nos adestramentos de Operações Navais em Guerra Eletrônica.

POSITICON: Concedido, anualmente, ao militar que mais se destacou, no período de um ano, no exercício da função de Controlador Aéreo Tático em controle real no mar e nos adestramentos conduzidos nos simuladores do CAAML.

UNO LIMA: Concedido, anualmente, ao navio da Esquadra que mais se destacou nos adestramentos de Operações Navais em Guerra Antissubmarino, conduzidos nos simuladores deste Centro.

TROFÉU DULCINECA: Concedido, anualmente, ao navio da Esquadra que mais se destacou nos cursos e adestramentos de Combate a Incêndio e Controle de Avarias, realizados no Grupo de Controle de Avarias.



TROFÉU DULCINECA - Navio-Escola "Brasil"



FIXO MAGE - Corveta "Barroso"



POSITICON
1ºSG-OR Guinther



UNO LIMA - Fragata "Rademaker"



ALFA MIKE - Fragata "Independência"

UNINDO FORÇAS, AMPLIANDO CAPACIDADES

CONECTANDO DOMÍNIOS COM TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.



CAAML EM NÚMEROS

SETOR DE CURSOS

Cursos 66
Turmas 245
Alunos 5.936

NÚCLEO DE ENSINO A DISTÂNCIA

Cursos 14
Turmas 51
Alunos 1.252

SETOR DE ADESTRAMENTOS

Adestramentos em Simuladores	738	Alunos 5.499
Adestramentos de Combate a Incêndio	340	Alunos 5.440
Adestramentos de Avarias Estruturais	139	Alunos 1.647

TOTAL

Adestramentos 1.217 Alunos 12.582

OBS: Dados coletados de SET/2024 à AGO/2025

ESQUADRA



BERGESEN
AGÊNCIA MARÍTIMA



POUPEX



AMAZUL
Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A.



Clube Naval



FujiMetallock
BRASIL



Wilson, Sons



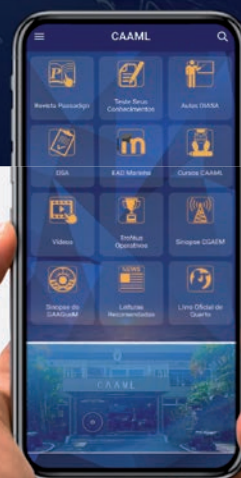
Visite nosso site:
<https://www.marinha.mil.br/caaml/>



MARINHA
DO BRASIL

PROTEGENDO NOSSAS RIQUEZAS, CUIDANDO DA NOSSA GENTE

#VEMPRAMARINHA



APLICATIVO DO
CAAML



Download on the
App Store

GET IT ON
Google Play

