



REVISTA

www.mar.mil.br/caaml

PASSADIÇO



Edição 41

Ano XXXIV

2021



A REVISTA DA SUPERFÍCIE

**SIMULADOR
INTEGRADO
DE COMBATE**
A REALIDADE VIRTUAL NOS
SIMULADORES DA ESQUADRA



**A ATUAL IMPORTÂNCIA
DOS NAVIOS AERÓDROMOS
DE PEQUENO PORTE**

UMA RESSIGNIFICAÇÃO DE SEU EMPREGO
NO TEATRO DE OPERAÇÕES MODERNO

**IMPRESSÃO 3D
NA LOGÍSTICA**

OS IMPACTOS DA REVOLUÇÃO DIGITAL
NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS
DO PODER NAVAL DO FUTURO

CAAML - 78 ANOS ADESTRANDO EM TERRA E NO MAR



Vice-Almirante
ARTHUR FERNANDO BETTEGA CORRÊA
Comandante em Chefe da Esquadra



Contra-Almirante
IUNIS TÁVORA SAID
Comandante da Força de Superfície



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 / CALte	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 / CALte	Roberto de Oliveira Coimbra	14/09/1984	
CF	Américo Annibal de Abreu	09/04/1985	
CMG / CALte	Waldemar Nicolau Canellas Junior	25/04/1985	
CMG / CALte	Sergio Martins Ribeiro	05/05/1986	
CMG / CALte	José Alberto Accioly Fragelli	19/04/1988	
CMG / CALte	Augusto Sérgio Ozório	24/08/1989	
CMG / CALte	Jeronymo F. Mac Dowell Gonçalves	23/04/1991	
CMG / CALte	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	
CMG	José Geraldo Fernandes Nunes	12/09/2000	
CMG / CALte	Arnaldo de Mesquita Bittencourt Filho	31/01/2003	
CMG	Gilberto Rodrigues Ornelas (interino)	09/02/2004	
CMG	Nelson Garrone Palma Velloso	26/04/2004	
03	CMG	Ilques Barbosa Junior	14/01/2005
	CMG / CALte	Luiz Henrique Caroli	04/01/2007
	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
01	CMG	Claudio Henrique Mello de Almeida	25/03/2013
05	CMG	Sergio Fernando de Amaral Chaves Junior	20/03/2014
04	CMG / CALte	Eduardo Machado Vazquez	24/07/2015
	CMG	Eduardo Augusto Wieland	18/04/2016
02	CMG	Antonio Carlos Cambra	27/10/2017
	CMG	Marcelo Menezes Cardoso	31/01/2019
06	CMG	Alexandre Taumaturgo Pavoni	25/03/2020

EDITORIAL

Estimados leitores,

Os homens do mar são, desde sempre, seres inconformados. Se assim não o fosse, a primeira embarcação nunca haveria deixado a praia para explorar as incertezas do oceano, e o primeiro navio não teria sido construído. Faz parte da nossa natureza não nos contentarmos com o mareio das velas, com o aspecto marinho, com o desempenho das máquinas, com a precisão do armamento, com o moral da tripulação... enfim, com tudo aquilo que contribui para o aprestamento dos nossos navios. Sempre é possível aprimorar!

Ao longo da história, os povos e os marinheiros que se conformaram com as condições materiais e de adestramento dos seus meios navais sofreram as consequências nefastas da imprevidência diante do mau tempo, das adversidades do mar e, principalmente, ao enfrentar o inimigo no combate naval.

Nesse sentido, sempre buscando o aprimoramento de seu poder combatente, a Marinha do Brasil (MB), diante da ameaça submarina inimiga durante a Segunda Grande Guerra, em 1943, criou o Centro de Instrução de Guerra Antissubmarino (CIGAS), primeira denominação de nosso Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML), a fim de capacitar e atualizar o nosso pessoal nas novas táticas e doutrinas de Guerra Antissubmarino.

Hoje, ao ensejo das comemorações do 78º Aniversário do nosso querido CAMALEÃO, como é carinhosamente conhecido o nosso Centro, faz-se ao mar a 41ª Edição da Revista Passadiço, que apresenta artigos assinados por nossos colaboradores e por nossos oficiais, que agregam valor à nossa Revista com interessantes abordagens sobre temas técnicos e profissionais. Entre os artigos publicados, destaca-se o que trata dos nossos novos Simuladores Integrados de Combate (SICOMB), implementados no CAAML ao longo de 2021.

Marinheiros e instrutores do CAAML e do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), obstinados por melhores recursos instrucionais para o pessoal da Esquadra, desenvolveram e construíram, em menos de um ano, os SICOMB I, II, III e Comando e Controle, capazes de integrarem até três navios em adestramento, com estações de “COMBATE” e “MANOBRA”, e um Comando de Força operando, simultaneamente, em modo *multiplayer* no mesmo exercício, com recursos de realidade virtual.

Como fizeram nossos antepassados, seguiremos incansáveis na busca de aprimoramentos sucessivos, inconformados com o *status quo* e focados em melhorar a capacitação do pessoal da Esquadra para a guerra no mar, por uma Marinha cada vez mais forte e por um Brasil para sempre soberano.

Sejam bem-vindos a bordo da Revista “Passadiço”.

Boa navegação!

“NO MAR E EM TERRA, PREPARA-TE PARA A GUERRA!”



ALEXANDRE TAUMATURGO PAVONI

Capitão de Mar e Guerra
Comandante



Nossa Capa:

Composição
fotográfica
representando o
o novo Simulador
Integrado de
Combate da
Esquadra.

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 - 2189-1224
Versão Eletrônica:

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

Presidência do Conselho Editorial

Hugo André Assunção **MALAFIA** de Souza
Capitão de Fragata
Imediato

Editor Chefe

Bruno **GUIMARÃES** Silva
Capitão de Corveta
Encarregado da Divisão Tática de Submarinos

Colaboradores

CMG (RM1) Sergio Ricardo **Mateus**
CMG Cláudio **Coreixas** de Moraes
CC Dimitri Consul Motta do **Carmo**
CC **Leandro** Rodrigues dos **Santos** Filho
CT **Saulo** Rodrigues Torres
CT Victor **Torresini** Câmara
SO (ET-RM1) João **Batista** Lima Saraiva
3SG-ES **William** de Souza Rodrigues
3SG-ET **Heitor** Sthênio de Sena da Silva
CB-CN **Leone** Bezerra Muniz

Arte final e produção gráfica

1ºSG-MA Francisco Fernandes **Severiano** Filho

Revisão

ABNT - 1T (RM2-T) **Nathalia** Paulino Oliveira;
Texto - 1T (RM2-T) **Adriene** Dafne Vieira da Silva; e
Gramática e Texto - Prof. Carmem Cecília C. Galvão.

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

Patrocinadoras – Empresas **Thyssenkrupp Marine Systems**, **Barra do Pará Serviços de Praticagem**, **Omnisys/Thales Engenharia**, **Poupex**, **Collins Aerospace**, **Zetrasoft**, **SKM Engenharia de Automação e Assistência Técnica**, **Atech – Grupo Embraer**, **Sindicato dos Práticos do Rio de Janeiro**; e
Apoiadoras – **CASOP** – Centro de Apoio a Sistemas Operativos e **CCCPM** - Caixa de Construções de Casas para o Pessoal da Marinha.

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

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



IMPRESSÃO

LABORATÓRIO DE IDÉIAS

Editoração Gráfica e Brindes Ltda
laboratorio@laboratoriodeideias.com
Eliezer Geraldo (21) 99312-1976
Sidivan Mendes (21) 99285-1212

REVISTA

PASSADIÇO

ANO XXXIX • NÚMERO 41 • 2021 • ISSN 1678-622X

SUMÁRIO

ARTIGOS PREMIADOS

- 08 A atual importância dos Navios Aeródromos de pequeno porte - Uma ressignificação de seu emprego no teatro de operações moderno
- 12 Inovações tecnológicas na área de Comando e Controle (C2) através da harmonização entre o DJC2, o JADC2 e o Projeto Overmatch da USN e do USMC e as oportunidades para a Marinha do Brasil (MB)
- 18 Inspeção e Manutenção Submersa Remota
- 24 Comunicações Acústicas Submarinas Digitais, o Protocolo JANUS (OTAN) e o Modem CSUB (MB)
- 28 Guerra Cibernética: A Premente Relevância para Conflitos Futuros

ENTREVISTA

- 04 O trabalho do *Camaleão* em prol do preparo do Pessoal da Marinha. Entrevista com Almirante de Esquadra ALÍPIO Jorge Rodrigues da Silva

ARTIGOS INTERNOS

- 32 Simulador Integrado de Combate - A Realidade Virtual nos Simuladores da Esquadra
- 38 Impressão 3D na Logística - Os impactos da revolução digital nas cadeias de suprimento do Poder Naval do futuro
- 46 Benefícios da prática de Exercícios Físicos a bordo de Navios
- 50 O emprego do Sistema Sonar Fotoacústico Aerotransportado (PASS) na Guerra Antissubmarino
- 54 Tilt Test Eletrônico - Inovação tecnológica em proveito do Ciclo de Alinhamento das Armas e Sensores
- 58 Comunicações em Alta Frequência (HF): Banda larga – Nova Realidade
- 62 O Emprego do Sonar Rebocado na Guerra Antissubmarina - Sua modernização na Marinha Estadunidense (USN)
- 66 Big Data e Inteligência Artificial no Ambiente Militar Naval
- 72 Guerra HÍBRIDA
- 80 Guerra de Minas - Aprendendo com o passado a olhar para o futuro
- 84 Automação das Plataformas de Superfície - Desafios e Impactos
- 90 O emprego ASuW das Aeronaves SH-16

SEÇÕES

- 76 Atividades da Esquadra
- 78 Eventos do CAAML
- 96 CAAML em números

PRÊMIOS

- 57 Prêmio Contato CNTM
- 88 Concurso de fotografias
- 94 Troféus oferecidos pelo CAAML



Cadastre-se.
É de graça!



Apoio:



AMNnaREDE 

abrigodomarinheiro 

www.abrigo.org.br 



Conheça os nossos **Programas Sociais**, que beneficiam milhares de pessoas em **todo Brasil**, com profissionais capacitados nas áreas de **Serviço Social, Psicologia e Direito**.



Programa de Atendimento ao Idoso



Programa de Qualidade de Vida



Programa de Atuação do Assistente Social na Saúde



Programa de Apoio Socioeconômico



Programa de Permanência, Movimentação ou Remoção por Motivo Social



Programa de Atendimento Especial - Pessoa com Deficiência



Programa de Atendimento em Missões

Acesse nosso site e saiba mais sobre cada Programa e os pontos de atendimento na sua cidade

www.marinha.mil.br/dasm



O TRABALHO DO CAMALEÃO EM PROL DO PREPARO DO PESSOAL DA MARINHA

Entrevista com o Almirante de Esquadra

ALÍPIO JORGE RODRIGUES DA SILVA

Comandante de Operações Navais

O Almirante de Esquadra Alípio Jorge Rodrigues da Silva, natural do Rio de Janeiro, foi Comandante do Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML) entre os anos de 2008 e 2010. Ingressou na Marinha do Brasil pelo Colégio Naval em 1975. Nomeado Segundo-Tenente em 1981, ascendendo ao posto de Almirante de Esquadra em 2018. Aperfeiçoou-se em Eletrônica, exerceu os seguintes cargos de comando e direção: Navio-Patrolha Fluvial “Raposo Tavares”, Navio-Escola “Brasil”, Diretoria de Comunicações

e Tecnologia da Informação da Marinha, Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha, Comando do 4º Distrito Naval, Comando em Chefe da Esquadra e Escola Superior de Guerra. Atualmente, ocupa o cargo de Comandante de Operações Navais.

A entrevista que se segue ressalta a experiência do Almirante Alípio, enquanto Comandante do CAAML, e as suas perspectivas e desafios em relação ao Projeto da Fragata Classe Tamandaré e a importância da capacitação e qualificação na formação de nossos militares.

01 O Sr. comandou o CAAML de 08/01/2008 a 27/01/2010. Quais os principais desafios encontrados à época?

Almirante Alípio: A assunção do Comando do CAAML representou uma realização profissional e ao mesmo tempo um grande desafio, para um Oficial do Corpo da Armada que aprendeu, durante toda a carreira, a admirar e respeitar o trabalho realizado pelo Centro em prol do preparo do Pessoal da Marinha visando ao exercício de diversas funções a bordo de nossos meios operativos.

Como Comandante, meu objetivo maior foi buscar dotar o “*Camaleão*” de pessoal com as habilidades e conhecimentos profissionais necessários em diferentes ações e operações de guerra, bem como em funções previstas nos navios da Esquadra e Distritais.

02 Quais são as melhores lembranças que o Sr. guarda do Comando do CAAML?

Almirante Alípio: Minhas ações foram facilitadas pelo espírito reinante na Tripulação, de comprometimento, entusiasmo e iniciativa. Lembro de ouvir o Almirante Hélio Leôncio destacando

justamente essas qualidades identificadas, por ele, desde a criação do Centro.

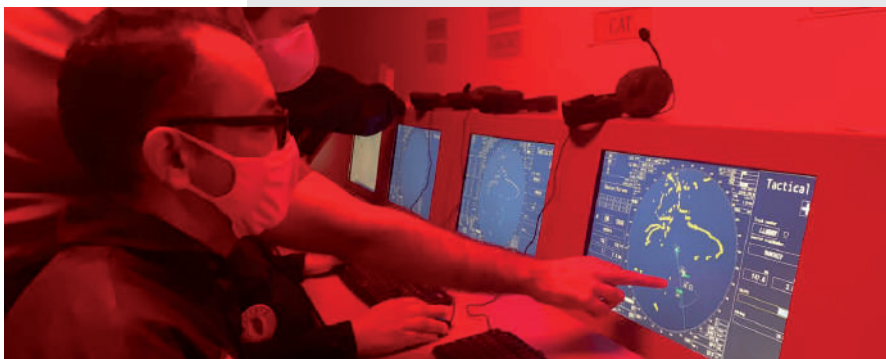
A imagem que ficou do belo trabalho realizado pelo nosso pessoal foi a da contínua busca por conhecimentos, seja para introduzir novos conceitos e procedimentos, seja para atualizar as publicações existentes. As aulas e os adestramentos realizados nos simuladores e a bordo dos meios da Esquadra e Distritais eram animados pelo entusiasmo de todos os envolvidos.

03 Na visão do Sr., como Comandante de Operações Navais e ex-Comandante do CAAML, quais são os maiores desafios, mudanças e, principalmente, oportunidades para o setor Operativo da MB frente ao Projeto da Fragata Classe Tamandaré?

Almirante Alípio: A importância do CAAML para a Marinha encontra atualmente novos desafios: a exploração máxima da capacidade expedicionária de uma Força Naval e a preparação de Estados-Maiores e Certificação de Forças-Tarefas para o cumprimento de missões específicas. As alterações na estrutura organizacional do Comando de uma Divisão da Esquadra, para incorporar as

“As aulas e os adestramentos realizados nos simuladores e a bordo dos meios da Esquadra e Distritais eram animados pelo entusiasmo de todos os envolvidos”





tarefas supracitadas, necessitarão do apoio do Pessoal do “Camaleão” para a sua introdução e implementação.

Um espírito inovador e visionário será imprescindível para o êxito dessa transformação, e o CAAML é um importante pilar com que a Esquadra sempre contou e, tendo certeza, continuará a contar.

04 O CAAML nasceu durante a Segunda Grande Guerra, com o foco de capacitar o nosso pessoal para o combate no mar. Nesse mesmo sentido, quando o Sr. era o Comandante em Chefe da Esquadra, foi implementada a Sistemática de Capacitação na Esquadra. Passados alguns anos, como o Sr. avalia, hoje, a importância do CAAML nesse processo?

Almirante Alípio: Como Comandante do Centro também, lembro do início das atividades voltadas



05 O CAAML está em fase final de implementação dos novos Simuladores Integrados de Combate (SICOMB). Que potencialidades e desafios o Sr. vislumbra para o emprego dos novos SISCOMB na capacitação para a guerra naval?

Almirante Alípio: A implementação de simuladores será fundamental nesse processo. A previsão da existência de um menor número de escoltas, até a chegada das Fragatas Classe Tamandaré, exigirá o emprego de simuladores para a manutenção do adequado nível de adestramento. Os Simuladores Integrados de Combate deverão contribuir para o adestramento individual e das equipes de Passadiço e COC em navegação e manobra.

06 O Sr. teria alguma mensagem para aqueles que hoje servem no CAAML, bem como nos diversos Navios e OM do setor operativo da MB?

Almirante Alípio: Concito a todos a darem o máximo de si no trabalho de renovação da Força de Superfície, composta pelas Fragatas Classe Tamandaré e por Forças Navais de Caráter Expedicionário, que protegerão a nossa Amazônia Azul e que continuarão a elevar o nome de nossa Marinha no cenário internacional.

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”, “fundado” 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 Abaloamentos 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) 2589-6803 | 2178-6739 | 2178-6729
escritoriodevendas@skmtech.com.br
skmtech.com.br | altus.com.br

Desde 1992
SKM
Engenharia de Automação e Assistência Técnica
www.skmtech.com.br

altus





A ATUAL IMPORTÂNCIA DOS NAVIOS AERÓDROMOS DE PEQUENO PORTE

UMA RESSIGNIFICAÇÃO DE SEU EMPREGO NO TEATRO DE OPERAÇÕES MODERNO

FOTO: Lance Cpl. Dana Beesley

Capitão-Tenente VINICIUS RODRIGUES **TRAVASSOS ALVES**

Instrutor de Segurança Orgânica - CIM
Graduado em História

INTRODUÇÃO

Na história das grandes batalhas no mar, o legado dos “NAe” – Navios Aeródromos –, formidáveis máquinas de guerra capazes de projetar significativo poder de uma nação em qualquer parte do globo – iniciou-se ainda durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), com o embrionário Porta-Aviões “Argus” da Marinha Britânica. Mesmo não tendo sido colocado em ação na Flotilha Real durante o conflito marítimo mencionado, este poderia ter desempenhado papel decisivo e revolucionário no que tange à tática naval e ao equilíbrio do poder combatente naquela época. A importância desses navios com larga capacidade aérea foi presumida pela prematura corrida armamentista de nações como EUA e Japão, logo após a Primeira Grande Guerra, e, comprovada, durante a sua atuação nos conflitos da Segunda Guerra Mundial (1939-1945).

A ala aérea embarcada, complemento indissolúvel dos porta-aviões, pairou por diversos empregos na linha do tempo. Previamente, com desempenhos mais passivos, as aeronaves serviam apenas como alarme antecipado de frotas inimigas a serem destruídas pelos poderosos e armados cruzadores. Posteriormente, transformaram-se em vetores, não só de esclarecimento, como, principalmente, de ataque, a exemplo do Conflito Naval do Mar de Coral (1942), considerado a primeira batalha entre NAe da história. Nessa revolucionária batalha, escoltas opostas com grande capacidade de fogo tiveram poucas oportunidades de terem navios capitânicos inimigos dentro do raio de destruição de seus armamentos fixos, cabendo aos porta-aviões oponentes realizarem operações de ataque sem nunca se alcançarem visualmente no horizonte. Atualmente, em doutrinas modernas, os esquadrões de aeronaves embarcadas tornaram-se corresponsáveis por cumprir

todas as missões anteriores citadas, somadas à efetiva defesa aérea de seu centro de comando/controle flutuante e navios orbitantes do “CSG” – *Carrier Strike Group*.¹ Constitui-se, assim, grande tarefa que, a princípio, somente poderia ser assimilada proporcionalmente pelos desejados convoos dos super porta-aviões operados por poucas nações.

UM NOVO HORIZONTE

Porém, algo novo desponta nas doutrinas navais mais atuais. Nova vertente começa a crer que, devido ao grande valor dessas unidades, sua importância e seu avanço tecnológico, novo elemento capaz de operar com menor número de aeronaves surge no teatro de operações com papel tão importante quanto os supernavios porta-aviões de numerosas alas aéreas. Os “CLV” – *Lighth Carriers*² – aparecem, no presente, como tendência e solução para uma guerra cada vez mais distribuída, interligada e remotamente coordenada, dado ao evolutivo incremento dos alcances e do poder de destruição dos armamentos e sensores, não só embarcados em navios e aviões como também em bases em terra. Alvo de críticas de intelectuais e estrategistas navais no passado recente, em função de seu limitado tamanho de convés e reduzida ala aérea embarcada não proporcionarem níveis de autossuficiência e autodefesa necessários contra ataques simultâneos, hoje, com advento dos drones e aeronaves “STOVL”³ – *Short Take-Off and Vertical Landing aircraft* – de esclarecimento, patrulha e ataque, os CLVs já podem proporcionar relevante parcela de poder de fogo para grupos-tarefas destacados em área avançada sob ameaça A2/AD⁴ – *Anti-Access/Area Denial* em expansão.

Como prováveis catalisadores para a revisão estratégica, podemos enumerar três fatores de maior destaque: primeiramente, o peso observado na manutenção dos excedentes e esgotados vasos de guerra lançadores de aeronaves construídos antes do último conflito mundial e ainda operados por poucas marinhas; em segundo, os elevados custos de construção e comissionamento discrepantes entre os grandes novos navios aeródromos e os de menor porte; por último, a crescente mentalidade de missões e tratados bélicos internacionais que complementam deficiências de poder combatente de esquadras aliadas. Cada fator parece contribuir para esvaziar o ímpeto por supernavios em marinhas tradicionais. Nesse momento,

tal meio, de dimensões colossais, deixa de ser o protagonista imprescindível e diferencial de guerra e passa a exercer, de certa forma, em grande frota inserida em um hipotético conflito global, responsabilidades compartilhadas e interligadas a outras unidades de menor valor que se opõem a uma ameaça.

Autoridades navais e cientistas estadunidenses, subsidiados por relatórios e estudos de alto nível como o produzido pelo instituto RAND⁵, acreditam que três CVLs poderiam operar e manter tantas aeronaves em um ambiente contestado quanto um “CVN” – *Nimitz-class nuclear-powered supercarrier* – a um custo relativamente menor. Em números, enquanto o mais novo super porta-aviões da Marinha Americana, o USS Gerald R. Ford (CVN-78), custará ao contribuinte mais de US\$ 15 bilhões e levou oito anos para ser construído, navios de convoos menores e compatíveis com a aeronave F-35B de decolagem e pouso verticais, como exemplo a classe de navio Wasp, custam cerca de US\$ 1,5 bilhão e levam dois anos para serem construídos. Considerando a afirmativa defendida pelo Capitão Wayne Hughes da reserva da Marinha dos EUA, em sua 3ª edição do livro *Fleet Tactics and Naval Operations*, de que um comandante de força está “melhor com duas vezes mais meios navais do que com a metade desse número de meios com dobro de poder de fogo efetivo”,⁶ provavelmente, no futuro próximo, o emprego dos navios aeródromos no teatro de operações e as prioridades de construção desses meios podem sofrer uma renovação estratégica.



FOTO: www.daydaynews.cc



Em 2019, o Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos realizou o primeiro exercício operativo empregando o conceito de *Lightning Carrier* a partir de navios de assalto anfíbio com jatos F-35B *Lightning II Joint Strike Fighter* embarcados. A experiência mostrou que a furtividade desse tipo de vetor aéreo, seus sensores embarcados e a crescente evolução dos armamentos/configurações de voo disponíveis tornaram o binômio Navio-Aeronave extremamente eficaz nos desdobramentos de um conflito, podendo enfraquecer defesas além das linhas de antiacesso inimigas ou em terra.

O Japão, país que no passado já foi o maior e mais poderoso Poder Naval de ataque baseado em porta-aviões do mundo, mas, devido à sua constituição pós-guerra, reduziu sua frota naval a uma força de autodefesa, é um dos países que recentemente, mesmo sob fortes críticas políticas internas, decidiu converter seus dois navios porta-helicópteros IZUMO e KAGA em porta-aviões de pequeno porte. Operando com aeronaves F35B e Osprey-22, a *Japan Maritime Self-Defense Force* (JMSDF) estima que os conveses de voo modernizados terão espaço suficiente para pelo menos 13 aeronaves STOVL de asa fixa para defesa e ataque aéreo, que serão complementadas por um pequeno número de helicópteros com recursos de busca, esclarecimento, alertas eletrônicos/aéreos antecipados, resgate e antissubmarino. Os navios, após a conversão, apesar de não possuírem uma capacidade larga de lançamentos e recolhimentos de aeronaves em pouco espaço de tempo assim como os supernavios, poderão executar missões de elevada versatilidade, inseridas em um contexto de apoio mútuo com forças americanas.

A Marinha do Brasil, ao converter seu recém incorporado porta-helicópteros em navio aeródromo multipropósito, explorando sua capacidade futura em operar com aeronaves

que não necessitem de convoos de grande porte e criar o primeiro Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas de Esclarecimento (EsqdQE-1), mesmo sem definir com detalhes qual meio aéreo e plataforma de lançamento pretende utilizar para o emprego aeronaval de ataque e interceptação de asa fixa em raios de ação mais extensos da Amazônia Azul, já guina seguindo as águas da tendência mundial, detendo agora a capacidade de utilizar Aeronaves Remotamente Pilotadas em áreas distantes do litoral, com missões de reconhecimento, vigilância e inteligência além do horizonte radar de seus meios disponíveis. Os atuais modelos ScanEagle, adquiridos no último ano, devem começar a operar no segundo semestre de 2021 no Brasil e contarão com conta corrente no ar prevista de até 18 horas, teto de operação acima de 5.000 metros, sensores óticos e atualizado link de dados criptografados. Ainda que embrionária seja a nova fase da aviação naval, aguarda-se com grande expectativa a inserção prática do Navio Aeródromo Multipropósito “Atlântico”, provavelmente como Navio de Controle de Área Marítima (NCAM), para saber as reais capacidades e tarefas possíveis a serem desempenhadas pelas novas aeronaves em pleno funcionamento, não só em comissões nacionais como também internacionais.

Conforme relatório anual de 2020 do Departamento de Defesa ao Congresso dos EUA sobre o poder militar chinês, a Marinha do Exército de Libertação Popular, nos dias atuais, tornou-se a maior força naval do mundo. Com aproximadamente 350 navios disponíveis na época do relatório e outras dezenas de belonaves lançadas no ano de 2021, os chineses, apesar de possuírem uma esquadra de menor tonelagem e menor número de supernavios aeródromos, parecem apostar que a tendência da estratégia naval do futuro será baseada em navios de menor porte e em grande quantidade. Em suma, um pensamento industrial-naval antigo que remete talvez

aos períodos das grandes guerras com acelerada e numerosa produção de navios mais modestos tecnologicamente, porém, reconstruído no presente pelos chineses, pois, agora, dispõe de possibilidade futura de modernização de meios sem necessitar estimar a perda de cascos em batalha, e goza de largo lapso de tempo proporcionado pelo período de paz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os exemplos e investimentos evidenciam uma mudança de pensamento estratégico e tático de forças navais no globo sobre as capacidades de navio aeródromos de pequeno porte e novas aeronaves. Mesmo que ainda não testado em conflito, a perspectiva é que o emprego de navios menores e dispersos no lugar de compactos grupos de ataque tradicionais poderá ter a capacidade de saturar o teatro de operações, fornecer melhores pontos de captação de informações inimigas e aumentar a capacidade de apoio logístico móvel de uma esquadra. Uma situação que pode forçar a ameaça a resolver problemas de multiteixos e priorizar o emprego de seus meios sob tensão e em pouco tempo de reação, dificultando simples tomadas de decisões mesmo amparadas por sensores modernos de grande alcance e processadas por complexos computadores de inteligência artificial.

Cobiçado meio de projeção aérea que muitas forças navais ainda almejam ter em sua flotilha, bastião do tradicional sentido de poder aeronaval, os grandes e pequenos porta-aviões, escoteiros ou agrupados, ainda sustentam grande importância no cenário atual. Pela arma naval, que por si só representa em qualquer proporção de convoo, deverá ser empregada tradicionalmente e inserida no corpo principal, ou existirão outros empregos ou destaques ainda não previstos na história dos conflitos no mar? Somente a utilização efetiva desse tipo de meio em batalhas responderá qual estratégia, tática e meio será mais eficaz. Uma situação para a qual devemos nos preparar e estar atentos aos movimentos navais, contudo almejando nunca obter tais respostas em um conflito envolvendo qualquer nação.

NOTAS:

1. *Carrier Strike Group (CSG)*: é uma formação operacional da Marinha dos Estados Unidos. É composto por cerca de 7.500 pessoas, um porta-aviões, pelo menos um cruzador, um esquadrão de destróieres de pelo menos dois destróieres e/ou fragatas e uma ala aérea de porta-aviões de 65 a 70 aeronaves. Um grupo de ataque de porta-aviões também, ocasionalmente, inclui submarinos, navios de logística acoplados e um navio de abastecimento.

2. *Light Aircraft Carrier*: é um porta-aviões menor do que os superporta-aviões. A definição precisa do tipo varia de acordo com o país; os porta-aviões leves normalmente têm um complemento de aeronaves com apenas metade ou dois terços do tamanho de um porta-aviões de frota de tamanho normal.

3. *Short Take-Off and Vertical Landing aircraft*: é uma aeronave capaz de decolar em convés de voos curtos e pousar verticalmente.

4. *A2/AD - Anti-Access/Area Denial*: antiacesso/negação de área (A2/AD) é um dispositivo ou estratégia defensiva usada para evitar que um adversário ocupe ou atravesse uma área de terra, mar ou ar.

5. The RAND Corporation é uma organização de pesquisa que desenvolve soluções para os desafios das políticas públicas para ajudar a tornar as comunidades em todo o mundo mais seguras e protegidas, saudáveis e prósperas. A RAND é uma organização sem fins lucrativos, apartidária e comprometida com o interesse público.

6. No original, "better off with twice as many units of force than units with twice the rate of effective fire power".

REFERÊNCIAS:

BRING back the CLVs. *Proceedings*, Maryland, jun. 2019. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2019/june/bring-back-clvs>. Acesso em: 1 maio 2021.

DISTRIBUTED Maritime Operations Will Demand 'Lightning Carriers'. *Proceedings*, Maryland, jun. 2020. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2020/june/distributed-maritime-operations-will-demand-lightning-carriers>. Acesso em: 1 maio 2021.

GALANTE, Alexandre. Marinha do Brasil cria o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas de Esclarecimento. *Poder Naval*, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2021/04/07/marinha-do-brasil-cria-o-1o-esquadrao-de-aeronaves-remotamente-pilotadas-de-esclarecimento-2/>. Acesso em: 1 maio 2021.

MARINHA DO BRASIL. Escola de Guerra Naval. *Princípios de estratégia marítima*: o poder marítimo em ação. Rio de Janeiro: EGN, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/egn/sites/www.marinha.mil.br/egn/files/Estrat%C3%A9gia%20-%20Princ%C3%ADpios%20de%20Estrat%C3%A9gia%20Mar%C3%ADtima.pdf>. Acesso em: 1 maio 2021.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. *Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)*. Brasília, DF: EMA, 2020. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040/arquivo.pdf. Acesso em: 1 maio 2021.

RUBEL, Robert C. The future of the future of aircraft carriers. *Naval War College Review*, [s.l.], n. 64, 2011. Disponível em: <https://digital-commons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1551&context=nwc-review>. Acesso em: 1 maio 2021.



FOTO: Petty Officer 2nd Class Anthony J Rivera

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ÁREA DE COMANDO E CONTROLE (C2) ATRAVÉS DA HARMONIZAÇÃO ENTRE O DJC2, O JADC2 E O PROJETO OVERMATCH DA USN E DO USMC E AS OPORTUNIDADES PARA A MARINHA DO BRASIL (MB)

Capitão de Fragata WILLY DE SOUZA DELLE VIANNA

Oficial de Ligação da MB junto ao Estado-Maior do Comando das Forças Navais do Comando do Sul dos EUA
Aperfeiçoado em Máquinas

FOTO: verdict.co.uk / US Navy
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica nas últimas décadas, o Comando e Controle (C2) tem sido um dos elementos vitais para o sucesso estratégico de qualquer conflito. Com uma visão de operar em ambientes cada vez mais complexos, as Forças Armadas dos Estados Unidos da América (EUA) vêm contemplando a adoção de estratégia que reconhece a necessidade de operar em multidomínio e se contrapor às ameaças materializadas pelo emprego de tecnologias disruptivas, multifuncionais e que operam em ambientes geográficos distintos ao mesmo tempo. Por isso, o emprego do C2 deve ser feito de forma coordenada e sinérgica entre todas as Forças para permitir rodar o ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir e Agir) em curto espaço de tempo. Diante do exposto, este artigo tem o intuito de apresentar as inovações tecnológicas na área de C2 empregadas pelas Forças Armadas dos EUA e que estão sendo desenvolvidas para atuar de forma coordenada para aumentar a consciência situacional regional e auxiliar os meios em operação a se contrapor e enfrentar de forma mais eficiente as crescentes ame-

aças assimétricas e as estratégias de *Anti-Access e Area Denial* (A2/AD). Além de extrair oportunidades e ensinamentos que podem ser incorporados pela Marinha do Brasil (MB) no desenvolvimento de sistemas como o *Multi-Data Link Processor* (MDLP) e o *SisGAAz*.

DEPLOYABLE JOINT COMMAND AND CONTROL (DJC2)

É um sistema de C2 integrado produzido pelo Naval Surface Warfare Center e concebido, em 2001, para apoiar Operações Conjuntas em nível de Comandos Combatentes (CoCom) e permitir a um *Joint Force Commander* (JFC) e a um Sistema de Controle do tipo desdobrável criar uma sede temporária, autônoma, integrada, modular e habilitada por uma rede de computadores em qualquer lugar do mundo, dentro de 6 a 24 horas após a chegada do seu Comando em determinado local.



O sistema fornece aos CoCom e JFC uma família integrada de sistemas de missão crítica para planejar, controlar, coordenar, executar e avaliar qualquer tipo de operação.

Ele foi projetado para ser implantado rapidamente, configurado em questão de horas de modo a fornecer, rapidamente, à missão, o C2 necessário e a funcionalidade de colaboração em todo o espectro de operações de uma *Joint Task Force* (JTF). Os comandantes dos CoCom e JTF podem usar um comando conjunto desdobrável e sua capacidade de C2 para operações diárias, bem como para treinamento ou operações de contingência. Essa capacidade é destinada a todos os níveis decisórios e pode ser reconfigurável para atender os requisitos específicos de missão dos CoCom e JTF, corrigindo a prática atual de depender de recursos *ad hoc*, situados fora do local de operação, e com equipamentos montados a qualquer tempo durante uma crise. Essa capacidade deve ser interoperável com escalões de comando superiores e adjacentes (para incluir aliados da coalizão), bem como com elementos de apoio para incluir Forças combinadas.

O sistema DJC2 pode ser considerado como uma solução temporária de C2 móvel, que pode ser montada rapidamente e em qualquer lugar do mundo para operações conjuntas de qualquer caráter, incluindo as de combate ao narcotráfico; defesa da segurança interna; missões dos CoCom; operações de contingência no exterior; e de Assistência Humanitária (*Humanitarian Assistance and Disaster Relief – HADR*), como ocorrido no Japão, no Haiti, em Myanmar e em Nova Orleans.

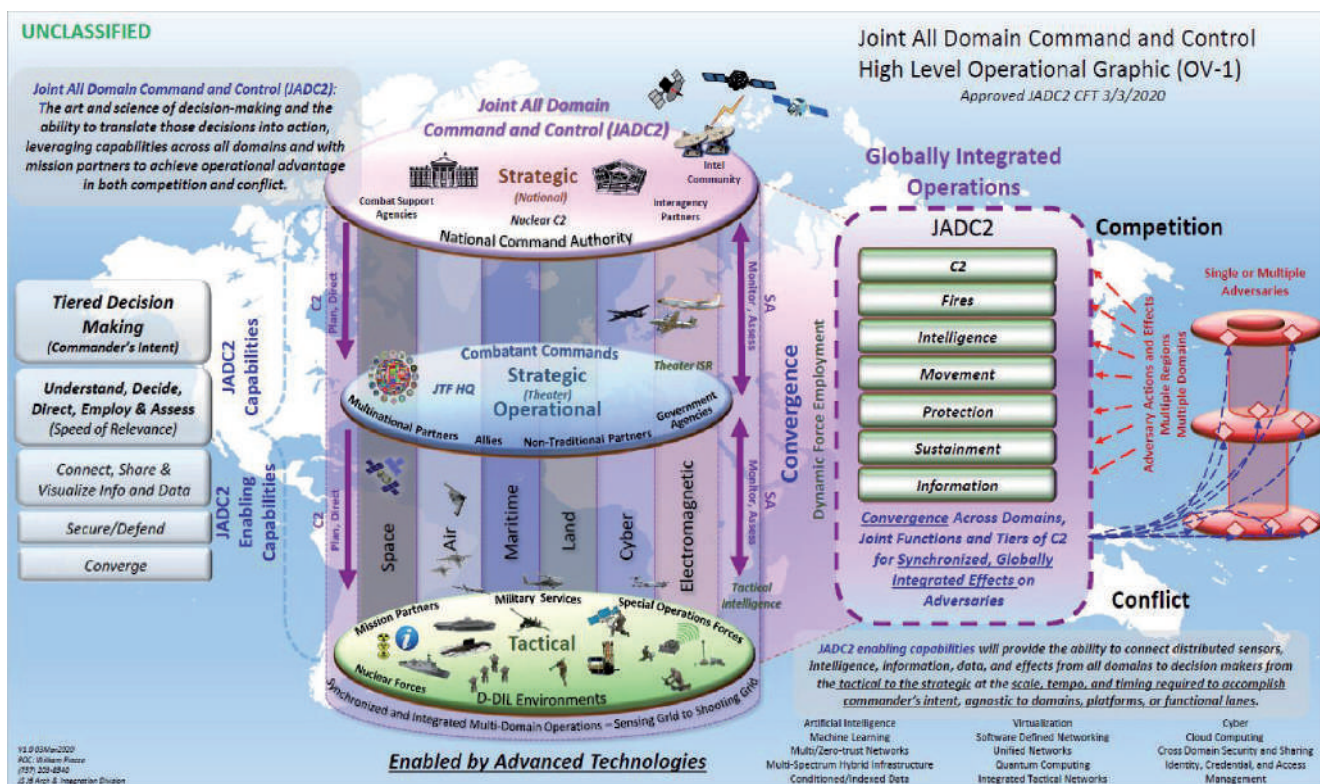
JOINT ALL-DOMAIN COMMAND AND CONTROL (JADC2)

Ao longo dos anos, cada uma das Forças Armadas (FFAA) norte-americanas desenvolveu sua própria rede tática, que era incompatível com as das demais Forças. Por isso, o Departamento de Defesa (DoD) argumentava que conflitos futuros poderiam exigir que decisões fossem tomadas em horas, minutos ou, potencialmente, segundos, em comparação com o processo atual de dias para analisar o ambiente operacional e a emissão de ordens. Assim, não seriam capazes de superar as futuras ameaças devido à configuração das Forças à época. Também, afirmava que a arquitetura de C2 existente no DoD era insuficiente para atender às demandas da Estratégia Nacional de Defesa. Assim, o DoD criou o conceito JADC2 para integração/conexão de diferentes plataformas, sistemas, sensores e armas de todas as FFAA – Força Aérea (USAF), Exército (USArmy), Corpo de Fuzileiros Navais (USMC), Marinha (USN) e Força Espacial (USSF) – em uma única rede conjunta.

Segundo o DoD, ter uma tecnologia capaz de incorporar todos os dados, analisá-los e disseminá-los a tempo é necessário para garantir a paridade com adversários próximos, principalmente Rússia e China, bem como estados como Coreia do Norte e Irã. Assim, o JADC2 está sendo concebido para fornecer uma dinâmica mais resiliente e exponencialmente mais rápida para responder às ameaças recebidas e combater possíveis inimigos.

Atualmente, todas as Forças estão planejando suas contribuições para o JADC2 e cada uma desenvolvendo conceitos e soluções de C2 de domínio expandido para que possam convergir gradualmente em uma única rede. No caso da USAF e da USSF, trata-se do programa Advanced Battle Management System (ABMS); o USArmy tem o Projeto Convergence; e a USN, em conjunto com o USMC, tem o Projeto Overmatch. No entanto, não há uma visão unificadora para garantir que esses esforços relacionados sejam de suporte mútuo, levando a soluções conjuntas dos componentes.

Para o DoD, C2 é um problema conjunto que nenhuma Força pode resolver individualmente. Por isso, o DoD vem examinando os esforços de cada Força individualmente para



compreender os fatores comuns que levam os projetos a caminhos semelhantes e, às vezes, divergentes, a fim de construir uma arquitetura holística comum nominalmente representada no diagrama acima.

A construção preliminar de uma estrutura que replique essa visão operacional permitirá que o DoD experimente novas políticas, governanças e procedimentos padronizados, para que seja testado efetivamente em operação de um ambiente integrado JADC2. Durante esse tempo, novos comandantes irão ascender na hierarquia das FFAA com uma mentalidade totalmente diferente da atual, pensando em atuar em multidomínio de forma conjunta, o que ajudará a trazer mudança cultural no pensamento estratégico.

No combate futuro, as soluções individuais de cada Força, provavelmente, não serão suficientes, o que exigirá um conceito e uma estratégia de nível superior para alinhar esforços e garantir que todas as soluções sejam complementares. Assim, com o desenvolvimento e as ideias do JADC2, espera-se ter um conceito de combate conjunto e um conceito C2 modernizado, visando amadurecer simultaneamente qualquer conceito de operações multidomínio conjuntas.

Um dos recursos mais importantes da robustez necessária ao JADC2 é sua capacidade de processar e armazenar um fluxo de dados de missão oriundos do nível tático. Também é importante a capacidade de proteção da integridade dos dados gerenciados. Se os objetivos finais da implementação de

uma estrutura JADC2 forem conectar cada ramo das FFAA por meio de uma rede tática comum e aumentar a consciência situacional para uma tomada de decisão melhor e mais rápida, os dados que circulam dentro da referida estrutura devem ser resistentes à adulteração, interferência e acesso não autorizado. Ademais, a intenção é que os componentes de sistema sejam fabricados inteiramente nos EUA, esperando-se que a obtenção e a integração de soluções fabricadas nos EUA se torne o principal foco dos esforços de aquisição do DoD de hoje em diante.

Uma das características fundamentais do JADC2 é acelerar os processos em cada domínio, de forma que os ciclos OODA sejam executados em minutos em vez de dias. Atualmente, os domínios do ar, espaço e cibernético operam em ritmos de batalha diferentes. A coordenação entre os três domínios é realizada por telefone, e-mails e reuniões, em vez da comunicação máquina-máquina, o que retarda ainda mais a sua sincronização. A comunicação máquina-máquina e a tomada de decisão auxiliada por Inteligência Artificial (IA) são necessárias para atingir o objetivo de ritmos de batalha mais rápidos, no qual a IA funcionaria como concentrador de grandes quantidades de dados: quanto mais dados a IA puder acessar, mais bem-sucedida, provavelmente, será sua implementação, contanto que dados corrompidos não sejam introduzidos. Os benefícios consequentes não serão medidos em termos de tempo para obtenção da aprovação de uma solicitação, mas, sim, serão medidos pela rapidez com que um militar será capaz de tomar uma decisão, dentro do seu nível,

que possa significar a diferença entre o sucesso e o insucesso de uma missão, sendo esse um dos propósitos do JADC2.

A capacidade operacional inicial do JADC2 está prevista para 2028 e a capacidade operacional plena para 2035. Atualmente, estão sendo realizados encontros para discussão da estratégia e linhas de esforço para construção da arquitetura do sistema, além de testes pontuais para verificar a evolução do projeto.

PROJETO OVERMATCH

Em outubro 2020, a USN anunciou que iniciaria o Projeto Overmatch planejando integrá-lo ao conceito JADC2, que seria um dos seus principais focos, visando permitir a interoperabilidade entre as Forças. No entanto, a USN vem recebendo críticas externas, alegando que a Força está se concentrando inicialmente em suas próprias redes em vez de pensar em algo integrado.

A implementação desse projeto coincide com a necessidade de se contrapor às novas ameaças trazidas ao mar do sul da China, em conformidade com a Estratégia Nacional de Defesa dos EUA.

A USN afirma que o Projeto Overmatch destina-se a desenvolver nova arquitetura usando IA e equipes tripuladas/não tripuladas para viabilizar as Operações Navais futuras, cujo objetivo seria criar uma rede de controle naval tático para extrair e mover facilmente dados entre diferentes sistemas e plataformas para fins de seleção de alvos.

O projeto está sendo desenvolvido para que os meios navais, aeronavais e dos USMC, juntamente com seus armamentos, possam receber dados de sensores de outras plataformas, do espaço e de outras aeronaves que estejam próximas e vice-versa, podendo até ser que o sensor responsável pelo lançamento do armamento não seja o do atirador real. Outros pontos importantes no desenvolvimento do projeto são utilizar a tecnologia 5G, recursos de nuvem de ponta e fortalecer seus sistemas de rede. Dessa forma, um desafio crítico para esse tipo de sistema é o compartilhamento de dados entre enclaves – um processo que é tradicionalmente visto como uma ameaça à segurança.

Além disso, o Projeto pretende aumentar a consciência situacional regional e auxiliar os meios em operação a se contrapor e enfrentar de forma mais eficiente as crescentes ameaças assimétricas, principalmente da China e, mais especificamente, no que tange à sua estratégia de A2/AD, que, de acordo com o relatório anual do Pentágono de 2019, trata-se de um meio de dissuadir, deter ou, se necessário, derrotar a intervenção de terceiros contra uma campanha em grande escala em todo o teatro montado pela China. Segundo esse

relatório, o objetivo seria impedir que as forças militares externas possam operar livremente no espaço aéreo A2/AD e na área marítima ao redor da costa chinesa, por meio do desenvolvimento de armas de longo alcance, o que garantiria, à China, longo cinturão no mar do entorno da sua costa.

BUSCA DO DOD POR UM C2 CONFIÁVEL: HARMONIZAÇÃO DO JADC2 ENTRE AS FFAA DOS EUA

Ao longo da história, o C2 tem sido um dos elementos vitais para o sucesso estratégico de qualquer conflito.

O ambiente operacional futuro, articulado por sua Estratégia Nacional de Defesa, descreve que os adversários em potencial desenvolveram recursos sofisticados de A2/AD, automatizados e mais complexos. Essas capacidades incluem guerra eletrônica, armas cibernéticas, mísseis de longo alcance e defesas aéreas avançadas. Os concorrentes norte-americanos buscaram as capacidades A2/AD como meio de se opor às vantagens militares tradicionais dos EUA e melhorar a capacidade de vencer combates rápidos e decisivos.

O DoD argumenta que os programas de C2 atuais não estão otimizados para a velocidade, complexidade e letalidade, que já são características dos conflitos futuros; que as plataformas existentes não permitem o desenvolvimento adequado de nova tecnologia; e que as estruturas de apoio à decisão para permitir o futuro C2 não existem ou requerem maturação. Já uma arquitetura JADC2 permitirá aos comandantes compreender rapidamente o espaço de batalha, empregar diretamente forças mais rápido que o inimigo e sincronizar as áreas de combate em todos os domínios.

Obviamente, aproveitar uma plataforma de dados comum que possa reunir, armazenar e analisar dados entre domínios é apenas o começo. A mudança de cultura necessária para que as Forças operem de forma sintonizada não será fácil e exigirá anos de trabalho. No entanto, construir uma base de dados sólida e confiável continua sendo o primeiro passo para que o JADC2 comece a tomar forma.

HARMONIZAÇÃO ENTRE O PROJETO OVERMATCH E O JADC2

Embora os serviços do JADC2 utilizem recursos diversos de plataformas diferentes, o objetivo é mover dados por todos os domínios para permitir a seleção de alvos.

A ideia do DoD é sempre manter os EUA à frente dos seus concorrentes internacionais. Nesse sentido, todas as novas tecnologias que representem significativos avanços tecnológicos deverão ser adjudicadas ao meio militar, cumprindo os requisitos de segurança pertinentes. Essa é a maior preo-

cupação da USN/USMC e que tem levado alguns críticos a dizer que eles não estão 100% comprometidos com o avanço da solução de interoperabilidade entre as Forças.

O JADC2 é uma realidade para as FFAA norte-americanas e, apesar da USN estar engajada em ir adiante com o projeto, ela espera prontificar primeiro o Projeto Overmatch, para depois integrá-lo ao JADC2.

MARINHA DO BRASIL

Na MB, o ComOpNav é o responsável pelo gerenciamento do Sistema Naval de Comando e Controle (SisNC2), que pode ser definido como um conjunto integrado de instalações, equipamentos, comunicações, doutrinas, procedimentos e pessoal.

A Força utiliza alguns sistemas de C2 para cumprir suas tarefas, porém, visando acompanhar a evolução tecnológica dos sistemas e maior integração interna em nível federal, vem desenvolvendo dois importantes projetos – o MDLP e o SisGAAz –, que contribuirão para melhorar a consciência situacional e a integração das informações entre os sistemas de C2.

MDLP

Desde 2012, a MB estuda a atualização e modernização do seu Enlace Automático de Dados (EAD), mencionando que a USNavy havia solucionado o problema de existência de vários *Tactical Data Link* (TDL), Links 16, 11 e 22, com um sistema chamado MDLP.

Em novembro de 2013, o MDLP foi apresentado pela MB na 12ª Reunião de Cooperação de Projetos de Interesse da Defesa (REPID) e na 20ª Reunião do CDSISMC2, visando ao incremento da interoperabilidade no âmbito da Defesa.

Em 2014, o Ministério da Defesa (MD) reconheceu que o MDLP contribuiria para a interoperabilidade entre os sistemas de C2 das FFAA. No mesmo ano, foi criado o INTERC2 pelo MD, no âmbito do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), com o escopo de agregar, de modo coordenado, os principais projetos de sistemas táticos de C2 das FFAA (RDS-Defesa, Link BR-2, MDLP), visando ao aumento da sinergia entre esses projetos.

Por iniciativa da Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM), a partir de junho de 2019, a responsabilidade da condução do MDLP passou para o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), em função da similaridade com o projeto Projeto Interoperabilidade de Comando e Controle (INTERC2), conduzido por aquele Centro dentro da MB. Na fase atual, está sendo feita a tradução para o padrão *Joint Consultation Command and Control Information Exchange Data Model* (JC3IEDM), das mensagens geradas na rede do Link YB, a fim de encaminhá-las para a rede Formas de Onda Conjunta (FOCj). As mensagens, então, poderão ser transmitidas por meio de uma rede tática conectada para qualquer membro da rede da FOCj.

SISGAAZ

É um dos Projetos Estratégicos da Força, iniciado em 2015, que consiste em um sistema com o objetivo principal de desenvolver uma ferramenta de comando, controle, inteligência e busca e salvamento. Totalmente desenvolvido pela MB, sua principal característica é a interface com uma rede de sensores que, em conjunto com as informações compartilhadas por e/ou com outros órgãos e empresas do governo, como Polícia Federal, Ibama e Petrobras, permitirão a fusão e o esclarecimento de dados, formando quadro operacional que propiciará um retrato instantâneo do que está acontecendo na área controlada.



FOTO: Staff Sgt. Donell Bryant / www.dvidshub.net

Em 2018, devido à falta de recursos, foi reduzido o escopo do Projeto que era conduzido pela DGePM e passou a ser liderado pelo Setor Operativo que conduzia o Projeto Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de Informações Marítimas (SCUA), sendo, então, esse Projeto transformado no Projeto Piloto do SisGAAz. Então, o Projeto continuou seu desenvolvimento com a execução centrada no Setor de Ciência & Tecnologia (CTMRJ e IpqM).

Devido ao incidente de derramamento de óleo de origem desconhecida

ocorrido em 2019 na faixa de litoral que se estendeu do Maranhão ao Rio de Janeiro, aliada a ocorrências de outros ilícitos em Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) – como a pesca ilegal, não declarada e não regulamentada; pesquisas científicas não autorizadas; navegação em área proibida, como no entorno de plataformas de exploração de petróleo; e o tráfico ilícito de entorpecentes, contrabando e descaminho – corroboram a importância de se dotar o País de um sistema eficiente e eficaz de monitoramento e proteção daquele espaço geográfico. Por isso, o SisGAaz ganhou força novamente e voltou a ter um escopo parecido com o inicialmente previsto.

OPORTUNIDADES PARA A MB

Em face do exposto, vislumbra-se os seguintes aspectos relacionados aos sistemas mencionados nesse trabalho que possam vir a trazer benefícios para a MB:

- Em vista da maior aproximação entre USN e MB, a MB pode colher frutos dos ensinamentos de implementação da arquitetura do sistema do Projeto Overmatch naquela Força, possibilitando a utilização dos conhecimentos adquiridos na implementação do MDLP e do SiSGAAz;
- Pensar em criar um projeto semelhante ao Overmatch; e
- Explorar o conceito de *Multi-Domain Operations* aplicado a soluções comerciais, tais como UBER ou LYFT, já que se tratam de tecnologias comerciais existentes e que podem otimizar os sistemas militares na análise de dados oriundos de diversas fontes seguras de forma automática e em tempo real.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de os sistemas estudados se referirem a C2, são diferentes no que tange ao seu propósito. O DJC2 destina-se a dar uma solução de C2 móvel a um CoCom ou JTF, cujo foco é montar uma estrutura de C2 de forma expedita para facilitar a coordenação de operações em regiões de difícil acesso e com dificuldade de comunicação, apoiando Operações diversas como a de HADR. Por outro lado, o JADC2 seria um sistema mais elaborado que somente um C2, mas também uma solução de interoperabilidade entre as Forças no qual atua em múltiplos domínios e utiliza alta tecnologia como IA e interface máquina-máquina, para integração e análise dos dados em tempo real, e computação em nuvens para armazenamento de informações de forma segura e em uma base de dados única, a fim de tornar a tomada de decisão mais rápida e eficiente. A utilização de dados em uma nuvem possibilitará que todos os níveis de decisão possam acessar as informações e tê-las disponíveis mais rapidamente.

É mister ressaltar que tais sistemas analisados no presente trabalho são excelentes oportunidades para o aprimoramento das iniciativas existentes ou a criação de novas no

âmbito da MB. A MB poderia ser a pioneira em tais estudos, iniciando um projeto que certamente irá alavancar o gerenciamento das diversas Operações realizadas pelo país, inserindo o Brasil no contexto tecnológico atual das grandes potências. Os custos de implementação poderiam ser reduzidos em se pensando na criação de um SisGAaz com código fonte, aberto e restrito, além de ser pensado durante sua concepção em viabilizar a integração futura com informações dos sistemas de C2 do Exército, da FAB e até com sistemas de outros Órgãos e Agências Federais, visto que se trata de realidade inegável no futuro próximo.

REFERÊNCIAS:

- BASTOS JR., Paulo Roberto. A interoperabilidade entre os projetos RDS-Defesa, Link-BR2 e MDLP. **Tecnologia & Defesa**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/programa-interc2-a-interoperabilidade-entre-o-rds-defesa-link-br2-e-o-mdlp/>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- CLARK, Colin. Dunlap: his full interview on all domain, JADC2. **Breaking Defense**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://breakingdefense.com/2021/01/dunlap-his-full-interview-on-all-domain-jadc2/>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE (Estados Unidos da América). Joint All-Domain Command and Control (JADC2). In **Focus**, Washington, 2021. Disponível em: <https://fas.org/spp/crs/natsec/IF11493.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- DANIEL, Brett. What Is Joint All-Domain Command and Control (JADC2)? **Blog Trenton Systems**, [s.l.], nov., 2020. Disponível em: <https://www.trentonsystems.com/blog/what-is-jadc2>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- EIMERS, Justin. Data summit syncs joint strategy. **Defense News**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/2484927/data-summit-syncs-joint-strategy-standards/>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- HITCHENS, Theresa. 'Do-Or-Die' JADC2 summit to crunch common data standards. **Breaking Defense**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://breakingdefense.com/2021/01/exclusive-do-or-die-jadc2-summit-to-crunch-common-data-standards/>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- GIVING Airmen the edge: the promise of JADC2. **Air Force magazine**, [s.l.], out., 2020. Disponível em: <https://www.airforcemag.com/giving-airmen-the-edge-the-promise-of-jadc2/>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- JACKSON, Krishan. **Next generation expeditionary Command and Control 2 debuts at Rim of the Pacific**. Havaí: United States Pacific Command, 2016. Disponível em: <https://www.pacom.mil/Media/News/News-Article-View/Article/831083/next-generation-expeditionary-command-and-control-2-debuts-at-rim-of-the-pacific/>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- MARINHA DO BRASIL. **Criação do Grupo Técnico "Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul"**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/criacao-do-grupo-tecnico-sistema-de-gerenciamento-da-amazonia-azul>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- TADJDEH, Yasmin. JADC2 news: Air Force Chief touts criticality of data management. **National Defense**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2020/10/27/air-force-chief-touts-criticality-of-data-management>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- THE ARMY and Air Force are finally on the same page with a plan to connect the military: what happens next?. **C4ISRNET**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.c4isrnet.com/digital-show-dailies/ausa/2020/10/20/the-army-and-air-force-are-finally-on-the-same-page-with-a-plan-to-connect-the-military-what-happens-next/>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF DEFENSE. **Command, control, and communications (C3): modernization strategy**. Virginia: United States Department of Defense, 2017. Disponível em: <https://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/DoD-C3-Strategy.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- UNITED STATES NAVY. **Deployable Joint Command & Control (DJC2) overview**. São Diego, CA: PEO C4I, 2012. Disponível em: <https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2012/expwar/Backus.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- WHY a common data platform is the first step to JADC2. **C4ISRNET**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.c4isrnet.com/opinion/2020/02/26/why-a-common-data-platform-is-the-first-step-to-jadc2/>. Acesso em: 2 abr. 2021.



INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO SUBMERSA REMOTA

FOTO: ©Fraunhofer IOSB-AST

Capitão de Corveta (EN) **GISELE BUASZCZYK**

Encarregada da Divisão de Materiais – DEN
Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela UFRJ

Capitão de Fragata (EN) **ANDRÉ RICARDO MENDONÇA PINHEIRO**

Chefe do Departamento de Sistemas de Casco – DEN
Mestre em Engenharia Naval pela Universidade de Michigan

INTRODUÇÃO

Na indústria naval, a realização de limpeza de bioincrustações, inspeções de pintura e inspeções estruturais para medição da espessura de chapeamento e detecção de corrosão ou defeitos nas obras vivas de embarcações é imprescindível para a garantia da segurança da operação. Tradicionalmente efetuadas por ocasião das docagens ou por mergulhadores, essas atividades limitam a disponibilidade operativa dos meios e requerem infraestrutura, por vezes, indisponível. Os desenvolvimentos de ferramentas de inspeção submersa remota, a exemplo dos Veículos de Operação Remota (ROV da sigla em inglês *Remotely Operated Vehicle*), apresentam-se como opção que permite o prolongamento dos períodos de docagem, com ganhos econômicos e aumento do tempo em serviço das embarcações. Tal tecnologia já é utilizada por Marinhas estrangeiras há mais de três décadas¹ e apresenta diversos projetos realiza-

dos no Brasil com funcionalidades diversificadas². A seguir, são apresentados desenvolvimentos realizados no exterior e no país para aplicações em inspeções de pintura, limpeza de bioincrustações, inspeções estruturais submersas, experiências de outras Marinhas e as vantagens da introdução desse recurso na Marinha do Brasil.

INSPEÇÃO SUBMERSA POR VEÍCULOS DE OPERAÇÃO REMOTA (ROVS)

Conceito

Um ROV é um submersível controlado remotamente, normalmente, por meio de um cabo umbilical, e equipado com recursos relacionados a suas capacidades de inspeção/manutenção e transmissão de dados à superfície em tempo real ou armazenamento³.

De especial interesse à indústria naval, destaca-se o ROV híbrido (HROV), que realiza tanto navegação livre quanto rastreamento. Quando é lançado no mar, o veículo navega para se aproximar da estrutura submersa a ser inspecionada. O HROV atraca automaticamente e, a partir daí, entra em modo de rastreamento com a direção remota de um operador³.

A utilização de ROVs está, cada vez mais, ocupando espaço na inspeção de pintura, inspeção estrutural e limpeza de cascos submersos, que passaram a ser realizadas com maior segurança, permitindo evitar ou planejar a docagem dos meios navais. Neste contexto, tecnologias diversas estão disponíveis no exterior conforme detalhadas na sequência.

TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS NO EXTERIOR

Remoção da bioincrustação por HROV

A formação de biofilmes severos no casco de embarcações, além de danificar o esquema de pintura gerando regiões para a ocorrência da corrosão, pode afetar a dinâmica do navio, aumentando o arrasto e a propulsão necessária. Se, por um lado, a limpeza dos organismos permite a preservação do esquema de pintura, é possível que um procedimento inadequado remova o biocida (responsável pela eliminação dos organismos incrustantes da superfície submersa presente nas tintas anti-incrustantes de autopolimento), com o consequente comprometimento e ineficácia deste⁴.

Quando as técnicas sem contato de limpeza submersa são usadas para remover a bioincrustação, o dano ao revestimento pode ser mais bem reduzido em comparação com escovas rotativas⁴. Dessa forma, especial atenção será direcionada aos HROVs de tecnologia internacional, que atuam por métodos sem contato: jato de água de alta pressão, jato de água de cavitação, limpeza ultrassônica e limpeza a laser.

No método de limpeza com água de alta pressão, o HROV utiliza água local que é pulverizada no casco. A remoção da bioincrustação depende da força de impacto, pressões de água entre 50 e 1.000 bar são documentadas com diferentes aberturas de jato e ângulos de ataque disponíveis. A eficiência da limpeza dessas ferramentas pode variar de 100 a 1.500 m²/h⁴. O acesso a locais estreitos não se apresenta como um obstáculo, havendo opções de HROVs que acessam regiões de dimensões mínimas de 300 mm⁵.

A tecnologia de jato de água de cavitação é uma versão aprimorada da citada anteriormente, utilizando bicos especialmente projetados, que convertem água de alta pressão em água de cavitação. As bolhas originadas das diferenças de pressão se rompem à medida que se aproximam da superfície, resultando em pressões locais muito altas, otimizando o

poder de limpeza. Esse recurso é uma vantagem significativa dos jatos de água convencionais de alta pressão operando na mesma pressão⁴. A figura a seguir⁶ mostra a eficácia de HROV com jato de água de cavitação, mesmo em superfície com nível de incrustação inicial severo.



Limpeza submersa por ROV pelo método de jato de água de cavitação⁶

FOTO: Lance Cpl. Dana Beesley

A aplicação da tecnologia ultrassônica para limpeza subaquática de navios se baseia na geração simultânea de pulsos de energia de ultrassom em uma pluralidade de faixas de frequência. Essa energia produz um padrão de alternância de pressões positivas e negativas, e a formação e implosão de bolhas. A energia destrutiva da implosão fornece um efeito de limpeza no casco, com eficiência semelhante à de jato de água de cavitação⁴.

A tecnologia de limpeza a laser utiliza a varredura de radiação a laser. Possui vantagens de capacidade de limpeza de superfície mais rápida, processamento seletivo preciso e melhor controle do processo de limpeza em relação aos métodos de escova rotativa e limpeza com água de alta pressão⁴.

Estão disponíveis, no exterior, HROVs com funcionalidade combinada, que, além de efetuar a limpeza, coletam simultaneamente a bioincrustação removida do navio. Posteriormente, os organismos marinhos podem ser adequadamente descartados e identificados, evitando-se a dispersão entre ecossistemas distintos e o descarte de cobre – íon tóxico à flora e fauna, frequentemente presente na tinta anti-incrustante⁷.

Inspeção de pintura por HROV

Para o monitoramento do desempenho de tintas anti-incrustantes e de falhas na pintura, são dotados de câmeras, iluminação específica para águas de elevada turbidez e, menos frequentemente, medidores de espessura de película de tinta seca e dispositivos de construção de imagens por emissão e detecção de ondas sonoras⁴. Por meio da identificação

da extensão do recobrimento de bioincrustação do casco e identificação das espécies, permitem subsidiar decisões de limpeza. Mais além, detecção dos locais onde houve a remoção ou redução da espessura de tinta permite a avaliação da necessidade de retoque de pintura.

A aquisição de leituras de espessura de película de tinta seca por meio de HROV em embarcações metálicas, em geral, é feita de modo discreto por meio de sonda impermeabilizada que opera segundo o processo de indução magnética. A sonda deve estar em contato com a superfície; portanto, incrustações marinhas severas necessitam ser removidas previamente, a fim de se evitar que sejam interpretadas erroneamente como aumento na espessura da tinta. Os limos de biofilme típicos presentes em todas as superfícies subaquáticas não interferem na leitura da espessura⁴.

Alguns HROV disponibilizam identificação da localização automática, o que permite repetir as leituras em posições previamente inspecionadas. Segundo o “Steel Structures Painting Council” para superfícies de aço imersas em água do mar, a aquisição de 30 leituras por mil pés quadrados de superfície uniformemente distribuídas é recomendada, e permitiria quantificar a taxa de desgaste da pintura anti-incrustante e monitorar como o desgaste ocorre ao longo do tempo¹.

Inspeção estrutural por ROVs

Nas inspeções estruturais, as sondas ultrassônicas são os principais recursos utilizados em HROVs para medição das espessuras metálicas e identificação de descontinuidades internas nos materiais como trincas e porosidades. Operam segundo o princípio de transmissão de ondas ultrassônicas no material e captação dos ecos gerados quando estas colidem com limites físicos como a interface metal/ar. A superfície de ensaio deve ser adequada para permitir o acoplamento da sonda ultrassônica⁸.

Permitem maior número de pontos inspecionados e, inclusive, a alteração do conceito de inspeção por amostragem por inspeção por varredura contínua, aumentando a confiabilidade na operação das instalações.

Em situações em que os tradutores de ultrassom convencionais possuem dificuldade de acoplamento, como temperaturas muito baixas, incrustações e superfícies com corrosão severa, opta-se por transdutores eletromagnéticos acústicos (EMAT) que trabalham sem contato na superfície a ser inspecionada. Nesse ensaio, uma corrente alternada alimenta uma bobina de indução, causando oscilações eletromagnéticas que, por sua vez, induzem correntes na superfície do objeto de teste. Estas correntes parasitas perturbam o campo eletromagnético criando as ondas ultrassônicas diretamente na superfície do objeto ensaiado, o que dispensa acoplantes e

permite um afastamento do transdutor da superfície de inspeção⁹. Uma vez que a geração das ondas de ultrassom ocorre na própria superfície metálica, a inclinação do transdutor ou alteração na distância entre a bobina e a superfície não altera o campo acústico, proporcionando maior flexibilidade no deslocamento do HROV.

As técnicas de campo de corrente alternada (ACFM da sigla do inglês *Alternating Current Field Measurement*), tomografia computadorizada e ensaio de correntes parasitas também são utilizadas, mas em menor escala, quando comparadas ao ultrassom e EMAT.

Utilização de ROVs/HROVs em Marinhas de Guerra

Verifica-se vasta disponibilidade de HROVs no mercado internacional com as tecnologias supracitadas, no entanto são ainda escassas as informações das ferramentas escolhidas para manutenção e inspeção de pintura e estrutural documentadas por Marinhas de Guerra, conforme será apresentado a seguir para as Marinhas Americana, Holandesa, Inglesa e Australiana.

Na Marinha Americana, foram realizadas inspeções por meio de HROV em nove porta-aviões da classe Nimitz, a partir de 1995, para obter dados de espessura do esquema de pintura das obras vivas. Um total de 2.500-3.000 pontos foram obtidos de cada casco, por inspeção. Medidas também foram realizadas quando da docagem em avaliações convencionais e apresentaram valores equivalentes, validando a ferramenta submersa utilizada. A partir dos resultados, foi documentado por Dana C. Lynn e Gerard S. Bohlander do Naval Surface Warfare Center¹ o aumento do intervalo entre docagens com tempo de vida da pintura anti-incrustante, postergado até 15 anos de operação.

Utilização mais recente de HROV na Marinha Americana, em 2020, realizou-se inspeção com o objetivo de planejar a próxima docagem do Navio de Teste de Autodefesa – Self Defense Test Ship (SDTS), programada para 2022 (10 anos após sua última docagem). O ROV Lamp Ray, da empresa Seaward, foi o responsável por realizar a limpeza do casco, medição da espessura do chapeamento, espessura da tinta e medição do potencial de proteção catódica. Ben DuBose¹⁰ destacou que a inspeção por HROV permitiu antecipar os custos e tempo de inatividade para reparos de chapeamento e pintura.

Conforme documentado, uma rede de pequenos transdutores foi instalada nas obras vivas e calibrada de acordo com os desenhos do navio. À medida que o HROV se movia ao longo do exterior do casco, um sistema de rastreamento acústico que funciona como um sonar enviava ondas sonoras que ricocheteavam no navio e voltavam para o dispositivo,

rastreando exatamente a localização do HROV. Enquanto isso, também eram registradas espessuras do chapamento, espessuras de tinta e voltagem de proteção catódica. O Lamp Ray, então, enviava as informações a um sistema de coleta de dados por meio de cabos que eram correlacionados com os valores das espessuras iniciais, nas mesmas posições específicas. A varredura gerou 468.000 leituras de espessura de metal, 130.000 leituras de espessura de tinta e 280.000 leituras de tensão do casco¹⁰.

Na Marinha holandesa, o HROV Fleet Cleaner foi utilizado em 2016 para a limpeza de seu maior navio, o HNLMS Karel Doorman. Em virtude das diferenças de carregamento, até 20% das bioincrustações estavam localizadas acima da linha d'água, o que não foi empecilho para a utilização da ferramenta que utilizou método jato de água a alta pressão. Após a limpeza, foi constatado que não houve danos à pintura. O material removido foi capturado pelo ROV e filtrado pelo sistema de suporte, resultando em uma solução de limpeza do casco ecologicamente correta⁷.

O casco do HMS Trincomalee do Museu da Marinha Inglesa¹¹ foi inspecionado por ROV da empresa Tangaroa Consulting Services Ltda. em 2020. O ROV possui capacidade de transmitir em tempo real o aspecto das obras vivas e filmar o casco em detalhes localizando as áreas de danos que foram sinalizadas no passado. Foi possível certificar que, naquele momento, não havia outras áreas de preocupação abaixo da linha d'água.

Na Marinha Australiana, o ROV SRV-8 RJE Oceanbotics foi utilizado recentemente, para inspeção das obras vivas da embarcação HMAS Ballarat (FFH 155) realizada este ano. A inspeção foi conduzida pelo Grupo de Ciência e Tecnologia de Defesa (DSTG) ao longo de um dia, a fim de avaliar a quantidade de bioincrustação marinha no casco do navio¹².

Desenvolvimentos no país

No Brasil, já existem desenvolvimentos nacionais de HROVs e Veículos Submersos Autônomos (AUV da sigla em inglês *Autonomous Underwater Vehicle*) nas áreas de inspeção por imagem e por ultrassom, no entanto a inclusão de ferramentas de limpeza submersa ainda está na fase de pesquisa e teste. Abaixo são apresentados alguns projetos disponíveis com tecnologia nacional:

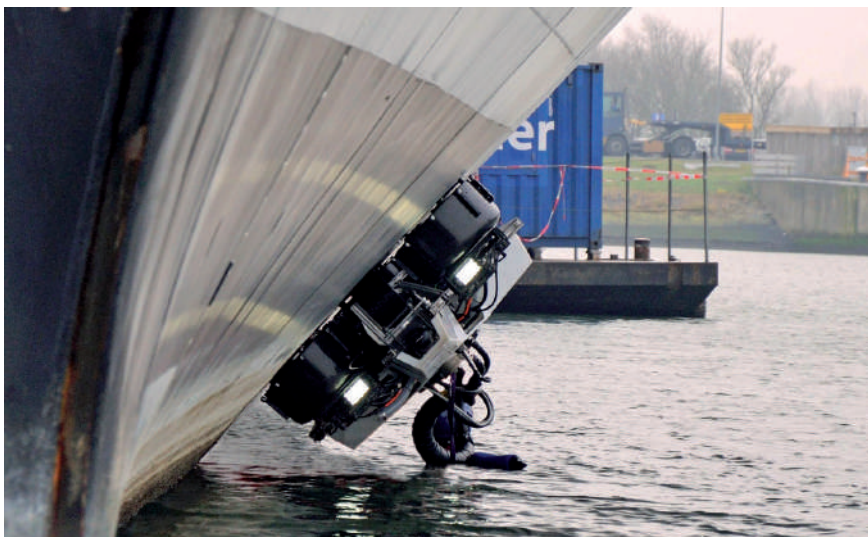


FOTO: Fleet Cleaner

- FlatFish, AUV desenvolvido pela BG Brasil em parceria com o Senai-Cimatec, EmbrapII e ANP e apoio do Instituto Alemão de Robótica e Inteligência Artificial. O veículo é utilizado em inspeção visual de estruturas submersas de exploração de gás e petróleo, tubulações, navios e plataformas. Por não requerer instalação de apoio, o AUV é mais econômico quando comparado ao ROV. Por outro lado, limita-se a uma autonomia de alimentação de energia que é feita por baterias de lítio. Sua utilização diminuiu os riscos à integridade das estruturas devido ao aumento da frequência das inspeções, além de ter proporcionado melhor controle de qualidade²;
- Pirajuba, AUV projetado pelo Laboratório de Veículos Não Tripulados da Universidade de São Paulo e aplicado na coleta de dados para a caracterização de plâncton com autonomia de 10 horas de operação²;
- HROV desenvolvido pela Universidade do ABC, São Paulo, utilizado para análise visual e por ultrassom para a detecção de danos e de espessuras de estruturas submarinas. Ao se aproximar da embarcação, o veículo se posiciona de modo que sua base fique em contato com o casco e, a partir de então, as esteiras motorizadas são acionadas para o deslocamento. Possui estrutura polimérica, câmeras e funciona com energia elétrica provida de uma fonte externa transmitida por meio de um cabo umbilical¹³;
- LUMA, HROV, lançado em 2016, desenvolvido na COPPE-UFRJ para medições em profundidades de até 1 mil metros e adaptado para operação a -20°C para mapear a biodiversidade marinha nas águas profundas da baía do Almirantado, na Ilha Rei George, próxima à península Antártica²;

- HROV desenvolvido recentemente pelo Centro de Pesquisa em Tecnologia de Inspeção da PUC-Rio (CPTI), parte do programa de pesquisa da parceria CETUC-CENPES e as empresas ORTENG AC SERVICE (brasileira) e ECA HYTEC (francesa). É instrumentado com sensores de ultrassom para a medição de espessura de chapas metálicas¹⁴;
- HROV em desenvolvimento pelo Centro de Pesquisa em Tecnologia de Inspeção da PUC-Rio (CPTI) e a empresa REPSOL, ainda em fase de pesquisa e testes. A ferramenta contará com sistema de escovas rotativas para limpeza submersa de bioincrustação, câmeras e dispositivo de ultrassom para inspeções estruturais¹⁴. Segundo a equipe desenvolvedora do CPTI, a facilidade do uso da ferramenta viabilizaria a redução da periodicidade das limpezas submersas podendo ser empregadas então escovas rotativas de nylon, que trazem menos prejuízos às tintas anti-incrustantes, quando comparadas a escovas metálicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A otimização e a combinação de várias tecnologias no sistema de veículos de limpeza subaquática apresentados neste artigo são uma possível direção de pesquisa nacional para a ampliação de recursos desenvolvidos no Brasil. Em especial, os HROV de limpeza de esquemas de pintura anti-incrustante por métodos de jato de água de alta pressão, jato de água de cavitação, limpeza ultrassônica e limpeza a laser.

Verificam-se somente experiências positivas de outras Marinhas na utilização de veículos de inspeção submersa, mas ainda pouco divulgadas, a partir das quais são vislumbradas as seguintes vantagens para a introdução desse recurso na Marinha do Brasil⁸:

- São adequados para todos os tipos de embarcações;
- São seguros, uma vez que não há a necessidade de mergulhadores e a exposição destes a ambientes marinhos eventualmente poluídos;
- Têm maior disponibilidade do serviço, pois evita as condições imprevisíveis de mergulho;
- Minimizam os danos nas tintas anti-incrustantes;
- São ecológicos: a remoção das incrustações reduz o consumo de combustível e, consequentemente, as emissões, e o recolhimento das incrustações marinhas levam à redução da dispersão de organismos anti-incrustantes entre portos distintos e do descarte do íon cobre presente nas tintas anti-incrustantes – íon tóxico à fauna e flora;
- Geram redução no tempo de inspeção; e
- Permitem evitar ou planejar a docagem.

REFERÊNCIAS:

- 1 LYNN, Dana C.; BOHLANDER, Gerard S. Performing ship hull inspections using a remotely operated vehicle. In: OCEANS, 99, 1999, Seattle. **Conference Proceedings**. Seattle, WA: IEEE, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/OCEANS.1999.804763>. 1999. Acesso em: 3 maio 2021.
- 2 SILVEIRA, Evanildo da. Veículos Subaquáticos. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 224, jun. 2016.
- 3 CAPOCCI, Romano; DOOLY, Gerard; OMERDIĆ, Edin; COLEMAN, Joseph; NEWE, Thomas; TOAL, Daniel. Inspection-class Remotely Operated Vehicles: a review. **Journal of Marine Science and Engineering**, Basiléia, v. 5, n. 13, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jmse5010013>. 2017. Acesso em: 3 maio 2021.
- 4 SONG, Changhui; CUI, Weicheng. Review of underwater ship hull cleaning technologies. **J. Marine Sci**, Oxford, n. 19, p. 415-429, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11804-020-00157-z>. Acesso em: 3 maio 2021.
- 5 THORGERSEN, Simen. High pressure cleaning mini ROV. **FFU**, Stavanger, 2020. Disponível em: <https://www.ffu.no/artikkelside/high-pressure-cleaning-mini-rov/>. Acesso em: 3 maio 2021.
- 6 RESTIVO, Andrew; BRUCE, Michael. Removing Marine Growth Using an ROV with Cavitation Technology. In: OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE, 2016, Houston. **Papers**. Houston: OTC, 2016.
- 7 FLEET Cleaner completes first ship hull cleaning. **Fleet Cleaner**, Delft, [2016?]. Disponível em: <https://www.fleetcleaner.com/news/fleet-cleaner-completes-first-ship-hull-cleaning/>. Acesso em: 3 maio 2021.
- 8 HO, Michael; EL-BORGI, Sami; PATIL, Devendra; SONG, Gangbing. Inspection and monitoring systems subsea pipelines: a review paper. **Structural Health Monitoring**, [s.l.], v. 19, n. 2, mar. 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1475921719837718>. Acesso em: 3 maio 2021.
- 9 IB-NDT ENGENHARIA DE SEGURANÇA ESTRUTURAL. Disponível em: <http://www.ibndt.com/>. Acesso em: 22 abr. 2021.
- 10 DUBOSE, Ben. U.S. Navy utilizing Remotely Operated Vehicles to check for corrosion. **Materials Performance**, Houston, 2020.
- 11 ROYAL NAVY. The National Museum of the Royal Navy. Hartlepool, [2021]. Disponível em: <https://NatMuseumRN/posts/today-the-national-museum-of-the-royal-navy-hartlepool-had-an-rov-remotely-operated/>. Acesso em: 6 Abril 2021.
- 12 SIMPSON, Sarah. SRV-8 ROV Conducts in-water hull inspection. **Unmanned Systems Technology**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2021/03/srv-8-rov-conducts-in-water-hull-inspection/>. Acesso em: 3 maio 2021.
- 13 ARANTES, José T. UFABC desenvolve robô submarino para inspeção de navios. **Revista Exame**, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/ufabc-desenvolve-robô-submarino-para-inspecao-de-navios/>. Acesso em: 3 maio 2021.
- 14 ROV híbrido. **Centro de Pesquisa em tecnologia de Inspeção**, Rio de Janeiro, [201-?]. Disponível em: <http://www.cpti.cetuc.puc-rio.br/projetos/p/19/>. Acesso em: 7 maio 2021.



Inspeção com mini ROV
FOTO: www.subsea-tech.com

Fragatas Classe Tamandaré

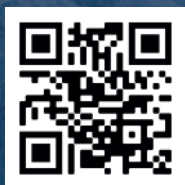
Tamandaré Class Frigates
Fragatas Clase Tamandaré



O mais moderno e inovador projeto naval já realizado no Brasil está sendo desenvolvido pela Águas Azuis e construído no thyssenkrupp Estaleiro Brasil Sul, em Itajaí (SC). O Programa Fragatas Classe Tamandaré vai garantir uma robusta transferência de tecnologia, gerando empregos e qualificação profissional, contribuindo para a construção de um novo futuro pelas águas.

The most modern and innovative naval project ever carried out in Brazil is being developed by Águas Azuis and built by thyssenkrupp Brasil Sul Shipyard in Itajaí (SC). The Tamandaré Class Frigates Program will assure a robust technology transfer, generating jobs and professional qualifications, contributing to the construction of a new future from the waters.

El más moderno e innovador proyecto naval ya realizado en Brasil está siendo desarrollado por Águas Azuis y construido en el astillero thyssenkrupp Brasil Sul en Itajaí (SC). El Programa de Fragatas Clase Tamandaré asegurará una robusta transferencia de tecnología, generando puestos de trabajo y calificación profesional, contribuyendo con la construcción de un nuevo futuro por las aguas.



Saiba mais
Learn more
Conozca más

*A construção de um **novo futuro pelas águas***

*Building a **new future from the waters***
*Construyendo un **nuevo futuro por las aguas***

COMUNICAÇÕES ACÚSTICAS SUBMARINAS DIGITAIS

O PROTOCOLO JANUS (OTAN) E O MODEM CSUB (MB)

Capitão de Fragata FÁBIO BARBOSA LOUZA

MSc em "Applied Marine Physics" (RSMAS, Univ. Miami - EUA)
Doutorando em Eng. Eletrônica e Telecomunicações (Univ. Algarve - Portugal)

FOTO: wired.com - U.S. Navy
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

INTRODUÇÃO

No cenário geopolítico atual, as comunicações digitais assumem papel cada vez mais relevante. Com a vantagem de reduzir a exposição de submarinos para fins exclusivos de comunicação rádio ou satelital, mantendo sua furtividade, as comunicações acústicas submarinas têm sido objeto de interesse de instituições governamentais e da academia. O recebimento de dados operativos que permitam atualizar o quadro tático antes de emergir à superfície, de previsões meteo-oceanográficas ou a troca de informações em situações de emergência são apenas algumas das possíveis utilizações. Nos últimos anos, a Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan) desenvolveu um protocolo de comunicação digital, chamado JANUS¹ que permite a interoperabilidade entre os diversos modems acústicos. Em paralelo, por questões estratégicas, a Marinha do Brasil tem desenvolvido o projeto Comunicações Submarinas (CSUB), culminando com o primeiro modem acústico digital² 100% nacional, um marco tecnológico em prol das operações submarinas brasileiras.

PERSPECTIVA HISTÓRICA

O interesse nas comunicações acústicas submarinas remonta à época do desenvolvimento dos primeiros submarinos tripulados, tendo evoluído dos antigos telefones acústi-

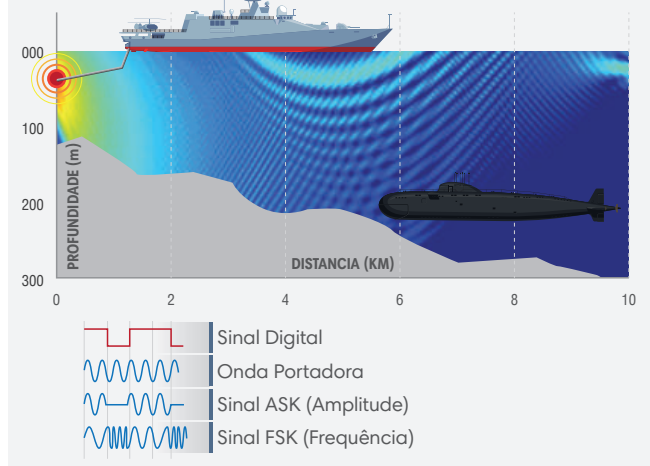
cos analógicos, da época da Segunda Guerra Mundial, que transmitiam voz e código Morse, até os modernos modems digitais nos dias de hoje³. Encontrado a bordo da maioria dos meios navais ao redor do mundo, o telefone submarino ou *underwater telephone* (UT), designado AN/UQC, evoluiu ao longo dos anos, passando a incorporar outras funções como transponder e ecobatímetro. Apelidado pela US Navy de "Gertrude", o UT é, ainda hoje, considerado pela Otan como padrão internacional para comunicações por voz⁴ graças à capacidade do cérebro humano de detectar e processar o áudio recebido, ainda que profundamente distorcido. Utilizando modulação em amplitude (AM), com banda lateral única na frequência de 8,087 kHz, o UT não possui a capacidade de minimizar e compensar as distorções causadas pelo canal submarino, reverberante e variável no tempo³. Por essas razões, surgiram, na década de 1960, as comunicações acústicas submarinas digitais.

DESAFIOS E LIMITAÇÕES DAS COMUNICAÇÕES ACÚSTICAS DIGITAIS

Diversos fatores limitam as comunicações acústicas no mar³⁻⁵ em especial, sobre a plataforma continental brasileira, área de operações da Marinha do Brasil (MB):

- 1) a restrição em banda de transmissão, devido à absorção

FIG. 1 - O multicaminhamento do sinal é um dos principais problemas das comunicações digitais sobre a Plataforma Continental



das altas frequências, com a maioria dos modems acústicos operando abaixo de 30 kHz⁵;

- 2) as alterações da frequência do sinal, o famoso efeito Doppler, induzido pelo movimento relativo entre a fonte e o receptor, e pelas correntes marinhas;
- 3) o multicaminhamento do sinal, altamente dependente do perfil de velocidade do som, que resulta das múltiplas interações do pulso acústico com a superfície e o fundo, criando réplicas ou ecos que acarretam a interferência inter-simbólica, um dos problemas mais complexos das comunicações digitais, além de erros de sincronização entre o transmissor e receptor (Fig.1);
- 4) a forte atenuação do sinal com a distância, devido às interações com o fundo marinho; e
- 5) o nível de ruído ambiental, corrompendo o sinal transmitido e acarretando aumento na taxa de erros do sistema.

Tais limitações obrigam o emprego de diversas técnicas de modulação e processamento de sinal para aumentar o desempenho do sistema de comunicação, a depender da aplicação, da taxa de transmissão de dados, e da robustez necessária para lidar com os efeitos de reverberação e as variações das propriedades físicas do oceano. Priorizando a robustez, em detrimento da taxa de dados, tanto a Otan quanto a MB escolheram como base a modulação FSK (*Frequency-Shift Keying*), similar digital da modulação FM (*Frequency Modulation*), que atribui frequências diferentes (f_1 ou f_2) para a portadora em função do bit que é transmitido (Bit 0 ou 1).

O PROTOCOLO JANUS (OTAN)

Em operações conjuntas, a palavra-chave é interoperabilidade. Entretanto, não existia nenhum padrão internacional para o estabelecimento de comunicações acústicas digitais¹⁻⁶. Como cada fabricante utilizava protocolos próprios, tornava-se impossível a comunicação entre equipamentos diferentes, e, por consequência, entre meios operativos de nações distintas.

Nesse contexto, em 2007, o Center for Maritime Research and Experimentation (CMRE) da Otan iniciou pesquisas em parceria com a comunidade acadêmica e outros órgãos governamentais aliados para o desenvolvimento de um protocolo padrão, de código-aberto, que permitisse a interoperabilidade dos sistemas de comunicação digital de diferentes fabricantes.

Essa padronização, chamada JANUS, foi certificada pela Otan, em 2017, e parte dos detalhes técnicos se encontra disponível e publicada na literatura.^{1,4,6}

Principais características e aplicações

Operando na frequência central de 11,52 kHz, em uma banda de frequências entre 9,4 e 13,6 kHz, o JANUS utiliza a modulação FH-BFSK (*Frequency-Hopped Binary Frequency Shift Keying*). Uma das razões para a escolha da banda de transmissão foi a possibilidade de uso do chamado “hardware de oportunidade”, de forma a utilizar o que já existe no mercado e a bordo dos meios navais. Projetado para ser um protocolo comum, permitiria a interoperabilidade dos sistemas, além de possibilitar a adição de criptografia, reduzindo o risco de decodificação por sensores não autorizados.

Nos anos de 2015 e 2016, já em fase final de testes, o CMRE realizou experimentos com o submarino diesel-elétrico “Arpão”, da Marinha portuguesa.⁴⁻⁶ O objetivo era testar algumas aplicações que só estão disponíveis quando o submarino se encontra à superfície ou na cota periscópica, por meio de sinais de rádio, tais como:

- **AIS submarino:** o AIS (*Automatic Identification System*) serve para divulgar informações importantes das embarcações, como rumo, velocidade e posição, às outras embarcações navegando na mesma região. A recente colisão do submarino nuclear HMS “*Ambush*”, da Marinha britânica, com um navio mercante no Estreito de Gibraltar⁷ em 2016, trouxe à tona a necessidade operacional dos submarinos de compilarem o quadro tático de superfície, antes de iniciarem o procedimento de emersão. A transmissão de dados AIS aos submarinos mergulhados poderia, assim, reduzir os riscos envolvidos nessa manobra;

- **METOC:** a disponibilidade de dados meteorológicos e oceanográficos (METOC) atualizados é útil para o planejamento das operações, bem como auxilia na complexa navegação submarina;

- **Emergências em operações submarinas:** em operações SAR (*Search and Rescue*), a troca de dados entre um submarino sinistrado e uma embarcação de socorro e salvamento é realizada por voz, por meio dos telefones acústicos⁴. Como os militares estariam sob elevado estresse emocional, uma transmissão automática de dados poderia ser mais eficiente, retirando de cena os fatores humanos envolvidos nessa tarefa. Durante o exercício REP-16-Atlântico, o submarino “Arpão” simulou emergências a bordo, transmitindo informações como Lat/Long, profundidade, níveis de O₂, CO₂, CO e H₂, pressão, temperatura e número de sobreviventes. Os dados acústicos digitais foram recebidos por uma sonoboa e retransmitidos por VHF para o navio de pesquisa que realizava o experimento; e



- **Redes acústicas submarinas:** têm como objetivo conectar os elementos acima d’água (navios, boias, aeronaves...), que se intercomunicam por rádio ou satélite, às unidades submersas (veículos autônomos, sonobóias, submarinos...) utilizando dados acústicos digitais em uma rede de equipamentos interconectadas de múltiplo emprego (Fig.2).

O PRIMEIRO MODEM ACÚSTICO DA MARINHA DO BRASIL

Considerando que o Brasil não é membro da Otan, o contato das instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) da

MB com outros centros de pesquisa em acústica, como o CMRE, é muito limitado. Para que ocorra a interação científica entre essas organizações, alguns acordos internacionais precisam ser assinados pelo Brasil e demais países, o que ainda encontra-se em fase de negociação política.

Assim, por questões estratégicas, foi iniciado, em 2012, o projeto Comunicações Submarinas (CSUB) para o desenvolvimento do primeiro modem acústico definido por software, em apoio ao Programa de Submarinos da Marinha (PROSUB)². Com duração inicial de 10 anos e sob a coordenação do Departamento de Acústica Submarina do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), o projeto tem como objetivo desenvolver um sistema completo de comunicações acústicas digitais, com tecnologia nacional, e de domínio exclusivo da Marinha do Brasil.

Em face da complexidade do projeto, a MB utilizou seus programas de qualificação de pessoal para enfrentar os futuros desafios tecnológicos. Com uma equipe de Oficiais formada, em nível de Mestrado e Doutorado, em renomadas instituições de ensino, como a *Naval Postgraduate School* (EUA), a Universidade de Miami (EUA), a Universidade do Algarve (Portugal) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), além de pesquisadores provenientes de centros de excelência como a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e o Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), o projeto evoluiu. Após anos de pesquisa e desenvolvimento, o modem foi, finalmente, apresentado à comunidade acadêmica, tendo recebido o prêmio “Soberania pela Ciência”, da Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM), em 2017⁸.

Principais características

Considerado o “cérebro” do sistema de comunicação, o protocolo do modem CSUB pode ter seus parâmetros alterados de acordo com a aplicação desejada pelo setor operativo, além da inclusão de criptografia. Operando na frequência central de 7,5 kHz, em uma banda de 5 a 10 kHz, o modem utiliza modulação 8-FSK com diversidade de frequência e permite uma taxa de transmissão de até 200 bps (Fig.3a/b).

Inteligente, o receptor permanece em *stand-by* aguardando a chegada de um sinal específico (*wake-up signal*) como *trigger* do início das comunicações. Esse “modo de espera” permite importante economia de energia, vital nas futuras aplicações em meios portáteis, como os veículos autônomos submarinos. A seguir, durante o processamento em tempo real das mensagens, realiza a compensação do efeito Doppler, utiliza um filtro de Wiener para minimizar a interferência intersimbólica e um código convolucional para a correção de erros. Após esses passos, os bits são demodulados e decodificados.

Vantagens estratégicas e operacionais

O caminho trilhado pelo projeto CSUB mostra que inúmeros desafios se apresentam nessa área do conhecimento, considerada estratégica pela maioria das nações.

Assim como o JANUS, o modem CSUB possui características de robustez e confiabilidade, e possui as mesmas aplicações, sendo, contudo, de domínio nacional e exclusivo. Portátil, o modem pode vir a ser acoplado aos sistemas de combate, possibilitando a utilização dos arranjos de transdutores dos sonares de bordo para fins de comunicação, como já realizado em testes de campo do projeto SONAT (Sonar Ativo) do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM).

Desenvolvido em conjunto pelo IPqM/IEAPM, o SONAT contará com um módulo de comunicação digital submarina, concebido pelo projeto CSUB. Considerando as características intrínsecas de cada meio naval, bem como as diferentes condições de propagação acústica ao longo do extenso litoral brasileiro, seria possível, então, maximizar o alcance das comunicações.

Atualmente, o modem encontra-se em fase de testes de mar com os meios navais da MB.

FIG. 3A- Interface inicial do modem C-Sub, com locais para digitação e recepção da mensagem, além dos níveis de ruído, limiar de detecção e a sensibilidade para iniciar a decodificação dos dados.

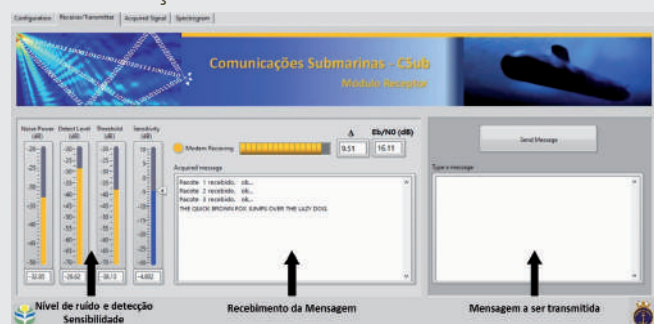
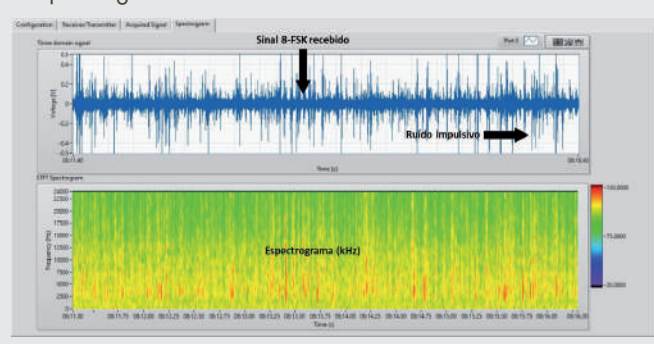


FIG. 3B- Sinal (8-FSK) recebido com ruído impulsivo, característico da Plataforma Continental, além do espectrograma da transmissão.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inúmeras capacidades e aplicações das comunicações digitais ampliam as possibilidades de emprego dos meios navais, trazendo, ainda, um requisito de segurança adicional às operações submarinas. O desenvolvimento do JANUS, pela Otan, corrobora a importância do projeto CSUB, que resultou no primeiro *modem* acústico digital, 100% nacional.

Como evolução do projeto, também se encontram em estudo as comunicações com baixa probabilidade de detecção⁹ bem como a utilização de sensores vetoriais em substituição aos arranjos de hidrofones¹⁰. Tecnologias no estado da arte, em alinhamento com os objetivos do PROSUB. Após sua avaliação operacional, o modem CSUB poderia ser embarcado não só em meios submarinos, mas em meios de superfície e aeronaves.

Por fim, vale ressaltar a possibilidade de inclusão do JANUS, aumentando a interoperabilidade entre os meios navais da MB e de outras Marinhas amigas.

REFERÊNCIAS:

- POTTER, John; ALVES, João; GREEN, Dale; ZAPPA, Giovanni; NISSEN, Ivor; MCCOY, Kim. The JANUS underwater communications standard. *Underwater Communications and Networking (UComms)*, Sestri Levante, 2014. Disponível em: <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1304>. Acesso em: 5 maio 2021.
- GUARINO, Alexandre G.L.; SILVA, Luis Felipe P.S.; XAVIER, Fabio C.; OSOWSKY, Jefferson. Primeira versão de um modem acústico submarino definido por software da Marinha do Brasil. *Pesquisa Naval (SDM)*, v. 29, p. 76-85, 2018.
- CHITRE, Mandar; SHAHABUDEEN, Shiraz; FREITAG, Lee; STOJANOVIC, Milica. Recent advances in underwater acoustic communications & networking. In: OCEANS 2008, 2008, Quebec. *Proceedings*, Quebec: IEEE, 2008. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5152045>. Acesso em: 5 maio 2021.
- ALVES, J.; FRICKE, C. Analysis of JANUS and underwater telephone capabilities and co-existence". *IEEE Third Underwater Communications and Networking Conference (UComms)*, p. 1-5, 2016, doi: 10.1109/UComms.2016.7583422.
- KILFOYLE, Daniel B.; BAGGEROER, Arthur B. The state of the art in underwater acoustic telemetry. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, [Nova Iorque], v. 25, n. 1, jan. 2000. Disponível em: http://users.isr.ist.utl.pt/~jpg/proj/phantom/refs/kilfoyle_baggeroer_jan00_00820733.pdf. Acesso em: 4 maio 2021.
- ALVES, João et al. Moving JANUS forward: a look into the future of underwater communications interoperability. In: OCEANS 2016, 2016, Monterey. *Proceedings*, Monterey: MTS/IEEE, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7761094>. Acesso em: 4 maio 2021.
- UK nuclear submarine collides with merchant vessel off Gibraltar, *BBC News*, [s.l.], 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/uk-36852365>. Acesso em: 5 maio 2021.
- MARINHA DO BRASIL. Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. *Prêmio "Soberania pela Ciência"*, 2017. Disponível em: www.marinha.mil.br/dgdnm/node/76. Acesso em: 5 maio 2021.
- LOUZA, Fabio B.; DEFERRARI, Harry A. Superimposed training low probability of detection underwater communications. *Journal Acoustical Society of America*, Nova Iorque, v. 148, n. 3, set. 2020. Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/10.0001934>. Acesso em: 4 maio 2021.
- BOZZI, Fabricio A.; JESUS, Sérgio M. Vector sensor beam steering for underwater acoustics communications. In: MEETING OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, 179, 2020, Nova Iorque. *Papers*. Nova Iorque: ASA, 2020. Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/1.5147077>. Acesso em: 3 maio 2021.



GUERRA CIBERNÉTICA

A PRELENTE RELEVÂNCIA PARA CONFLITOS FUTUROS

Capitão-Tenente GABRIEL BOEHMER LEITE

Encarregado da Divisão de Armamento - EsqdHS-1
Graduação em Ciências Navais na Escola Naval

FOTO: @aleksandarlittlewolf - www.freepik.com
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

INTRODUÇÃO

Este artigo tem como propósito ressaltar a importância do conhecimento do ambiente cibernético, apresentando um baseamento conceitual e princípios, bem como marcos da Guerra Cibernética e aspectos disruptivos desta, de modo a arrazoar sua premissa em conflitos modernos.

ASPECTOS INTRODUTÓRIOS E BREVE HISTÓRICO

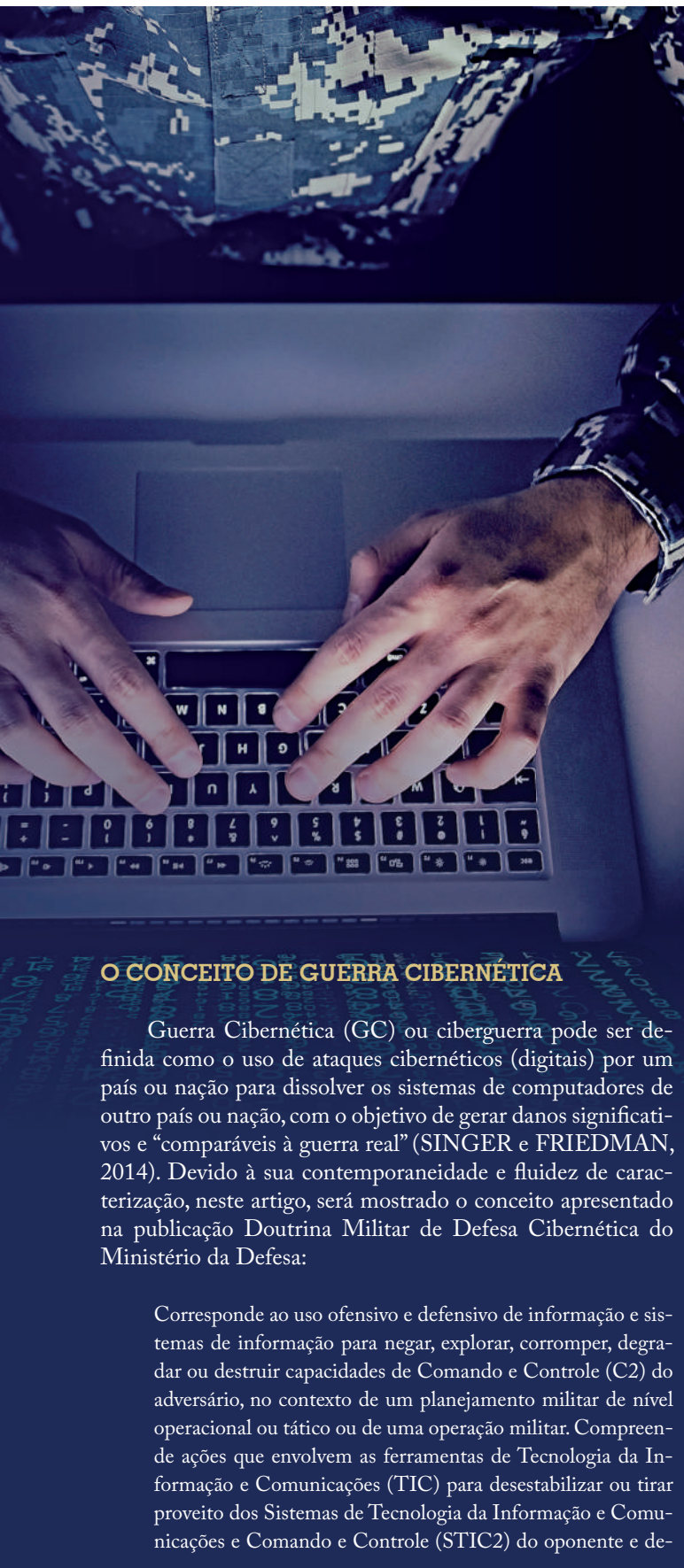
Em virtude de uma latente demanda de gestão da informação disposta em locais fisicamente afastados, conduzida por uma economia dinâmica, competitiva e globalizada, desponta, no final do século XX, a Era da Tecnologia da Informação (TI).¹ A aplicação dos conceitos da TI fez que novo tipo de corpo social se consubstanciasse, recebendo a alcunha de “sociedade da informação”. A TI, então, configurou-se alicerces da grande maioria dos ramos do conhecimento, estabelecendo uma espécie de sujeição paulatina de seus usuários.

No entanto, as vulnerabilidades² colaterais mostram-se

proporcionais à sua extensão de atuação e, assim como em qualquer outro ambiente, são exploradas de forma ignominiosa, apoiando-se no anonimato e, principalmente, nas fracas barreiras de defesa, sobretudo devido à falta de conhecimento específico do assunto.

Por cúmulo, depreendeu-se a viabilidade de exploração de vulnerabilidades que compõe a rede de infraestruturas críticas de um Estado, a fim de se obterem informações confidenciais, realizarem-se sabotagens ou mesmo ter-se vantagem durante a ocorrência de conflitos, independentemente dos atores envolvidos (MENDONÇA, 2014).

Isso posto, podemos inferir que tais conceitos combinados atuam para alterar o formato da guerra como a conhecíamos. Na era da globalização, o advento da Guerra Cibernética apresenta nova lógica a geopolítica dos conflitos. A utilização do ciberespaço como ambiente de guerra influencia na natureza da guerra, nas funções a serem exercidas por combatentes e na própria eficiência das ações no teatro de operações.



O CONCEITO DE GUERRA CIBERNÉTICA

Guerra Cibernética (GC) ou ciberguerra pode ser definida como o uso de ataques cibernéticos (digitais) por um país ou nação para dissolver os sistemas de computadores de outro país ou nação, com o objetivo de gerar danos significativos e “comparáveis à guerra real” (SINGER e FRIEDMAN, 2014). Devido à sua contemporaneidade e fluidez de caracterização, neste artigo, será mostrado o conceito apresentado na publicação Doutrina Militar de Defesa Cibernética do Ministério da Defesa:

Corresponde ao uso ofensivo e defensivo de informação e sistemas de informação para negar, explorar, corromper, degradar ou destruir capacidades de Comando e Controle (C2) do adversário, no contexto de um planejamento militar de nível operacional ou tático ou de uma operação militar. Compreende ações que envolvem as ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) para desestabilizar ou tirar proveito dos Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicações e Comando e Controle (STIC2) do oponente e de-

fender os próprios STIC2. Abrange, essencialmente, as Ações Cibernéticas. A oportunidade para o emprego dessas ações ou a sua efetiva utilização será proporcional à dependência do oponente em relação à TIC. (BRASIL, 2014).

De todo modo, orótulo “Guerra Cibernética” passou a ser comumente utilizado, devido ao fato de que ataques cibernéticos causam danos físicos e psicológicos a pessoas e objetos no mundo real e podem desestruturar tão ou mais dramaticamente os alicerces de uma nação quanto a um ataque “real”, isto é, a invasão literal de países.

Com relação às Ações Cibernéticas a serem abrangidas pela GC, a referida Doutrina estabelece a seguinte divisão:

Ataque Cibernético: compreende ações para interromper, negar, degradar, corromper ou destruir informações ou sistemas computacionais armazenados em dispositivos e redes computacionais e de comunicações do oponente.

Proteção Cibernética: abrange as ações para neutralizar ataques e exploração cibernética contra os nossos dispositivos computacionais e redes de computadores e de comunicações, incrementando as ações de Segurança, Defesa e Guerra Cibernética em face de uma situação de crise ou conflito. É uma atividade de caráter permanente.

Exploração Cibernética: consiste em ações de busca ou coleta, nos Sistemas de Tecnologia da Informação de interesse, a fim de obter a consciência situacional do ambiente cibernético. Essas ações devem preferencialmente evitar o rastreamento e servir para a produção de conhecimento ou identificar as vulnerabilidades desses sistemas. (BRASIL, 2014)³.

PRINCÍPIOS DA GUERRA CIBERNÉTICA

Em um Seminário apresentado em West Point, Parks e Duggan (2001) compararam, pioneiramente, princípios da guerra clássica com princípios que seriam utilizados na GC. Adicionalmente, concluíram que os princípios do ciberespaço diferiam e, então, elencaram novos princípios.

A Arte da Guerra de Sun Tzu, a exemplo, é frequentemente citada em publicações sobre operações de informação. Ao recomendar a manipulação da tomada de decisão do adversário, podemos estabelecer uma conexão com o princípio da GC de que esta deve ter um efeito no mundo real, a ser posteriormente exposto.

Clausewitz (1832), particularmente ao argumentar sobre a vontade, a névoa da guerra e o atrito da guerra descrevem possibilidades da GC, que podem objetivar a criação de uma névoa em um conflito, instaurar atrito, presente em um ciberespaço não confiável e, em casos mais sérios, minar a vontade combativa do adversário. A estratégia de Liddel-Hart (1954), por outro lado, encontra aplicabilidade à GC

por meio do princípio da aproximação indireta⁴, contornando a defesa inimiga ou explorando seus elos mais fracos.

Isso posto, os princípios apontados na ocasião resumiam-se a: a GC só faz sentido se produzir algum efeito no mundo real, com obtenção de vantagens; toda ação no mundo virtual é visível, mesmo que medidas para dissimular sejam realizadas; não existem leis imutáveis de comportamento no mundo cibernético, exceto aquelas que possuem limitações do mundo físico; alguma entidade dentro do mundo cibernético tem autoridade, acesso ou capacidade de realizar qualquer ação que um invasor deseja realizar; as ferramentas de GC são de uso dual; quem controlar a parte do ciberespaço que o oponente utiliza pode controlar o oponente; o mundo virtual não é confiável nem consistente; e as limitações físicas de distância e espaço não se aplicam ao mundo cibernético.

Esses princípios prestam-se como base para um entendimento mais familiar do ciberespaço. A Doutrina Militar de Defesa Cibernética do Ministério da Defesa engloba, de forma pragmática e atualizada, os princípios anteriormente citados e complementam as peculiaridades do ambiente cibernético. São eles:

- Princípio do Efeito, em que as ações no Espaço Cibernético devem produzir efeitos que se traduzam em vantagem estratégica, operacional ou tática que afetem o mundo real;
- Princípio da Dissimulação, que pressupõe dificultar a rastreabilidade das ações cibernéticas ofensivas e exploratórias;
- Princípio da Rastreabilidade, cuja definição é detectar ações cibernéticas ofensivas e exploratórias contra os sistemas de TI e de comunicações amigos; e

- Princípio da Adaptabilidade, o qual assevera a adaptação à característica de mutabilidade do ciberespaço, mantendo a proatividade diante de mudanças súbitas e imprevisíveis.

ATAQUES CIBERNÉTICOS: MARCOS EVOLUTIVOS DA GUERRA CIBERNÉTICA

O ciberespaço é utilizado há muitos anos. Podemos, no entanto, estabelecer dois marcos iniciais na Guerra Cibernética, representados por dois casos de relevância. O primeiro, na Estônia, em 2007, evidenciou capacidade de um ataque cibernético em escala nacional, protagonizando o que podemos chamar de primeira guerra virtual (CLARK e KNAKE, 2010). O segundo, em 2010, é conhecido como o caso “Stuxnet”, sendo considerado o primeiro ataque cibernético engendrado para neutralizar diretamente equipamentos físicos, ocorrido no Irã.

A série de ciberataques à Estônia em 2007 deixou diversos sites do governo fora do ar. A motivação teria sido a remoção da estátua do Soldado de Bronze de Tallinn, que homenageava a vitória russa contra o nazismo. À época, a Rússia foi acusada pelo governo estoniano, entretanto nada foi comprovado e a origem dos ataques é ainda desconhecida. É interessante pontuar que a Estônia é um país de infraestrutura amplamente informatizada e possui os serviços essenciais virtualizados, o que tornou o país alvo mais fácil desses ataques.

No caso Stuxnet, uma empresa de segurança digital da Bielorrússia, encontrou um *malware*⁵ recôndito, que ocasionava uma falha de sistema (*crash*) em computadores com antivírus da empresa. Após análise por especialistas em segurança cibernética, o *malware*, chamado de Stuxnet, foi denominado com um sofisticado código, projetado exclusivamente para neutralizar as centrífugas das instalações nucleares de enriquecimento de urano

iranianas. Além de um ataque cibernético com consequências inéditas a estruturas físicas, esse caso se tornaria, adicionalmente, o estopim de uma subsequente corrida global por armas cibernéticas.

ASPECTOS DISRUPTIVOS SOB O REFERENCIAL DA GUERRA CIBERNÉTICA

A Guerra Cibernética apresenta possibilidades disruptivas com relação ao *modus operandi* da capacitação militar. Ataques com resultados catastróficos podem ser realizados a partir de estruturas



FOTO: @rawpixel-com - www.freepik.com
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

com baixo investimento de capital e poucas pessoas. Os pesados investimentos normalmente necessários para prontificação de contingentes militares massivos a longo prazo não se comparam ao estilo *asset light*⁶ de unidades especializadas em exploração do ciberespaço, as quais podem ser rapidamente mobilizadas e adaptadas às rápidas mudanças tecnológicas. É claro que, para isso, faz-se necessário investimento base em TI. Este tipo de investimento, embora crescente no mundo todo, ainda é um desafio a países menos avançados.

Entretanto, não seria, paradoxalmente, uma opção para Estados com poder bélico inferior, aos moldes da concepção estratégica da *Jeune École*?⁷ Guardadas as devidas proporções e adaptando-se aos tempos atuais, o propósito de utilizar unidades pequenas e poderosamente equipadas para combater uma frota maior de navios de guerra e minar o comércio naval da nação rival guarda interessante semelhança com as possibilidades do uso do ambiente cibernético em conflitos.

Podemos observar, adicionalmente, curioso aspecto no âmbito da seleção e gestão de pessoal a ser utilizada por Forças Armadas nesta empreitada. Combatentes vigorosos e disciplinados não seriam, exatamente, o produto esperado nesse caso. O ponto crítico passa a ser a necessidade de pessoal ultraespecializado, incluindo, talvez, indivíduos que não cumpram determinados requisitos médicos e físicos, exigidos ao serviço militar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim sendo, podemos asseverar que, hodiernamente, o poder bélico assume, cada vez mais, dimensões ocultas e de difícil mensuração objetiva. A capacidade pugnaz em termos de quantidade de meios e combatentes já não seria a única forma de assegurar a inviolabilidade de um país, adaptando, inclusive, o conceito de dissuasão. A internet não possui fronteiras físicas, o inimigo permanece oculto e o ataque pode escalar as consequências de formas inesperadas, afetando o Estado tanto na esfera militar ou conflituosa, quanto na econômica e social.

A fusão de valores militares clássicos e aspectos de TI gera instabilidade entre os países, fazendo que os ataques cibernéticos se mostrem, silenciosamente, como um dos grandes desafios deste século. Em vista disso, a exemplo de países como Alemanha, Coreia do Norte, China, Estados Unidos, Irã, Israel e Rússia, e considerados potências no campo da GC, urge às Forças Armadas uma preparação eficaz e constante nesse ambiente, que pode ser utilizado para ataque e defesa, em situações de guerra ou de paz.

Visto que todos os indivíduos, empresas, instituições e governos que fazem uso do ciberespaço estão expostos a riscos e com o incremento latente da dependência destes aos

sistemas digitais em combinação com a conectividade global, a informação torna-se ativo fulcral para a manutenção da segurança nacional, objeto inexorável de atenção das Forças Armadas e Estados.

NOTAS:

1- TI (Tecnologia da Informação) – Conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos de computação que visam permitir a produção, armazenamento, transmissão, acesso e o uso das informações. (ALECRIM, 2011).

2- Vulnerabilidade (digital) – Fraqueza apresentada por sistemas computacionais, que permitem a invasão e colocam em risco as informações e dados dos usuários. (SCHULTZ, 2020).

3- Como podemos perceber, esta segmentação assemelha-se ao que encontramos na Guerra Eletrônica, por exemplo. É interessante observar que ambas possuem pontos comuns de atuação, especialmente no âmbito das comunicações. Apresentadas as definições, traçar este paralelo auxilia a denotar a premência do estudo deste ambiente e da sua fusão com a realidade das Forças Armadas.

4- Aproximação indireta – o objetivo estratégico não é o centro de gravidade do exército inimigo, ou sua maior concentração de forças, como numa leitura errada do pensamento de Clausewitz, mas um objetivo distinto, que de forma indireta possa infligir grande dano moral, físico ou político, nas forças combatentes inimigas. (MARIMBONDO, 2019).

5- *Malware* é a abreviação de “software malicioso” (em inglês, “malicious software”) e se refere a um tipo de programa de computador desenvolvido para infectar o computador de um usuário legítimo e prejudicá-lo de diversas formas.

6- *Asset Light* é um modelo ou estratégia de negócios utilizada por empresas na qual o objetivo fundamental é manter a menor quantidade de bens e ativos necessários, que se tornou comum com o advento de novos negócios digitais.

7- A *Jeune École* foi um conceito naval estratégico desenvolvido durante o século XIX. Ele defendia o uso de navios pequenos e fortemente armados para combater navios de guerra maiores e o uso de invasores de comércio para prejudicar o comércio da nação rival. (ROKSUND, 2007).

REFERÊNCIAS:

- ALECRIM, Emerson. O que é tecnologia da informação?. **Infowester**, 2013. Disponível em: <https://www.infowester.com/ti.php>. Acesso em: 23 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **Doutrina militar de defesa cibernética**: MD31-M-07. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2014. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/136/1/MD31_M07.pdf. Acesso em: 03 mai. 2021.
- MARIMBONDO, Santiago. O desenvolvimento do pensamento estratégico: de Clausewitz às “guerras híbridas”. **Blog Quilombo Spartacus**, [201-?]. Disponível em: <https://quilombospartacus.wordpress.com/2019/06/30/o-desenvolvimento-do-pensamento-estrategico-de-clausewitz-as-guerras-hibridas-2/>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- MENDONÇA, Cláudia da Silva. **Guerra cibernética**: desafios de uma nova fronteira. 2014. Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet) – Instituto Tércio Pacitti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/3340/1/CMendonca%3a7a.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.
- PARKS, Raymond C.; DUGGAN, David P. Principles of cyber-warfare. **Workshop on Information Assurance**, 2001, Nova Iorque: West Point, 2001. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.63.1478&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 28 abr. 2021.
- ROKSUND, Arne. **The Jeune École**: the strategy of the weak. Leiden: Brill, 2007.
- SCHULTZ, Felix. Vulnerabilidade digital: como reconhecer e se proteger de ataques. **Milvus**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://milvus.com.br/vulnerabilidade-digital/>. Acesso em: 23 abr. 2021.
- SINGER, Peter; FRIEDMAN, Allan. **Cybersecurity and cyberwar**: what everyone needs to know?. Oxford: Oxford University Press, 2014.

SIMULADOR INTEGRADO DE COMBATE

A REALIDADE VIRTUAL NOS SIMULADORES DA ESQUADRA

Capitão de Fragata CLAUDIO COREIXAS DE MORAES

Ajudante da Divisão de Máquinas do DIASA – CAAML
Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela UFRJ

INTRODUÇÃO

Há cerca de 10 anos, a Marinha do Brasil (MB) assumia importante protagonismo nacional na utilização de simuladores virtuais para treinamento de navegação e manobra de embarcações. Era inaugurado, em 1º de dezembro de 2010, o Simulador de Passadiço (SimPass) do Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML), um moderno projeto de simulação envolvendo ambiente virtual altamente imersivo, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas Integráveis da USP (LSI/USP) sob a coordenação do Prof. Dr. Marcelo Knörich Zuffo.

O SimPass representou marco extremamente importante na história da simulação imersiva na MB, assim como o Sistema de Simulação e Treinamento Tático (SSTT) representou a entrada em nova era para a simulação da tática envolvendo o treinamento de procedimentos complexos e ensaios de conceitos de operação para a Esquadra.

SimPass e SSTT são classificados como um mesmo tipo de simulação chamada de “virtual” dentro da taxonomia dessa fascinante área de conhecimento. São simulações ditas “virtuais” aquelas em que sistemas simulados por meio de modelos computacionais são operados fisicamente por pessoas. Estes dois simuladores estimularam muitos militares, servidores civis, instrutores do CAAML, pesquisadores de Universidades e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) do Sistema de Ciência e Tecnologia da MB (SCTMB) a desenvolverem conhecimento por meio de artigos, teses ou dissertações.

Apesar da entrada na era da simulação virtual para o treinamento ter oficialmente ocorrido na década de 1990 com o SSTT-1, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), as possibilidades de emprego da simulação virtual foram potencializadas efetivamente após a chegada do SimPass ao CAAML. Isso provavelmente se deve ao fato da quebra de

paradigma que o SimPass representou ao oferecer ambiente virtual imersivo e técnicas avançadas de computação gráfica com modelos 3D de alta definição. O emprego do ambiente virtual para oferecer um cenário representando o mundo exterior com extrema riqueza de detalhes ao usuário era, até então, novidade para a grande maioria dos navios da Esquadra.

Graças à iniciativa e ao pensamento disruptivo do Prof. Marcelo Zuffo voltado à inovação do CAAML, que aceitou a proposta do Projeto SimPass, a MB catalisou importante processo rumo à independência tecnológica no desenvolvimento de sistemas de simulação de embarcações. É importante mencionar que o SimPass não foi o primeiro simulador virtual de passadiço da MB, que contava com outro simulador do tipo *Full Mission Bridge Simulator*, desde a década de 1990, no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA). A diferença estava, principalmente, no domínio da tecnologia – um simulador foi comprado pronto de uma empresa dos EUA (Ship Analytics Inc.) e o outro completamente desenvolvido por uma universidade pública (USP) com a coordenação técnica do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV). O salto tecnológico entre os dois simuladores também era notório e evidente, principalmente, devido aos avanços na computação gráfica ao longo dos 20 anos de diferença entre eles.

O Projeto SimPass teve seus recursos financiados pela Financiadora de Inovação e Pesquisa (Finep), empresa pública do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), e o sucesso alcançado na sua conclusão serviu como um ambiente extremamente atraente para novas ideias. A MB passou a vislumbrar novas possibilidades que se abriam com essas iniciativas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em simuladores virtuais. Ao mesmo tempo em que o SimPass era comissionado no CAAML, outra importante iniciativa de pesquisa em simulação ocorria na mesma Universidade de São



Paulo, dessa vez no Tanque de Provas Numérico (TPN), sob a coordenação dos Professores Kazuo Nishimoto e Eduardo Tannuri, com apoio da Transpetro. O Simulador de Navegação de Comboios Fluviais desenvolvido pelo TPN-USP tinha como ponto forte a modelagem hidrodinâmica da embarcação, enquanto o SimPass ganhava destaque pela parte gráfica e imersiva do sistema virtual. A MB, por meio do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SCTMB), percebia claramente que o desenvolvimento de um simulador de passagem próprio tornava-se cada vez mais importante para reduzir a dependência externa deste tipo de tecnologia estratégica.

A necessidade de substituição do simulador do CIAGA, já com 20 anos de uso, estimulou a demanda por novo sistema que poderia ser obtido de prateleira no mercado internacional por um custo elevado ou desenvolvido dentro do SCTMB. O cenário tecnológico interno, alimentado pelo sucesso dos projetos SimPass e do TPN-USP, era favorável e estimulava o investimento em um desenvolvimento próprio pelo alto escalão da MB. Surgia, em 2011, o Projeto SimCIAGA, que tinha como escopo o desenvolvimento de novo simulador tipo *Full Mission Bridge Simulator* para o CIAGA, atribuindo o CASNAV como Instituto de Ciência e Tecnologia líder desta missão.

Diversas parcerias foram formadas nas primeiras fases do Projeto SimCIAGA, destacando a atuação do Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense (UFF) com bolsistas de Mestrado e Doutorado do Prof. Esteban Clua, além do próprio LSI-USP do Prof. Marcelo Zuffo. Não houve, à época, cenário favorável para prosseguir com uma colaboração entre a MB e o TPN-USP por questões relacionadas à Propriedade Intelectual (PI). Assim, as duas linhas de pesquisa seguiram em paralelo pelos próximos anos. As parcerias mantiveram-se até meados de 2014, quando o

CASNAV passou a assumir integralmente o desenvolvimento do SimCIAGA, focando em um simulador de manobra e navegação para navios mercantes.

Em 2013, o primeiro protótipo do SimCIAGA estava pronto e era apresentado na feira LAAD, despertando enorme atenção do público em geral que visitava o estande da Marinha. Instrutores do CAAML que visitavam a feira puderam conhecer o SimCIAGA e notaram que o sistema possuía funcionalidades mais avançadas e adequadas ao treinamento da Esquadra do que o SimPass (LSI-USP), em operação desde 2010.

Apesar de o SimPass possuir seu ponto forte e de peso na questão gráfica e ambiente imersivo, o sistema de simulação falhava em pontos importantes para o treinamento eficiente das equipes de navegação dos navios. Instrutores e alunos sentiam falta de um radar de navegação no simulador que permitisse a realização de exercícios de baixa visibilidade, por exemplo.

Outra carência encontrada era a ausência de geração de contatos interativos para estimular situações complexas de manobra durante uma navegação de entrada e saída de porto, além de não contar com a modelagem hidrodinâmica do navio apropriada ou funções de atracação e fundeio. O protótipo do SimCIAGA possuía todos estes recursos e ainda contava com a mesma qualidade gráfica (ou superior) que o SimPass do LSI-USP.

Os avanços nos trabalhos de Pesquisa e Desenvolvimento eram tão grandes e promissores que estimulavam de maneira espontânea e livre o surgimento de ideias disruptivas sobre o uso desta importante ferramenta que a MB começava a ter em suas mãos.

O CAAML vislumbrou, então, a possibilidade de empregar o *software* de simulação do SimCIAGA dentro da estrutura física do SimPass, desafiando o CASNAV a realizar esta prova de conceito e modernizar o simulador de passagem da Esquadra. O CASNAV viu ali grande oportunidade de negócios para viabilizar processos de verificação e validação de seu código por meio do emprego do sistema em campo com usuários extremamente exigentes e qualificados.

Após 15 dias de trabalhos intensos da equipe da Divisão de Modelagem e Simulação do CASNAV e do Grupo de Sistemas do CAAML, o SimPass encontrava-se com a mesma aparência física externa, rodando, porém, com um novo conjunto de *software* em seus computadores. O *software* do SimPass desenvolvido pelo LSI-USP havia sido substituído pelo sistema SimCIAGA (CASNAV), o que iniciava novo ciclo de possibilidades de adestramentos a serem oferecidos pelo CAAML aos navios da Esquadra.

A partir de julho de 2014, o CAAML passou a contar com possibilidades de exercícios de manobra e navegação avançados no seu ambiente virtual de passadiço, permitindo, então, explorar objetivos de treinamento envolvendo a manobra em seis graus de liberdade (balanço e caturro), o controle de contatos, navegação radar (ARPA), navegação eletrônica (ECDIS), baixa visibilidade, dentre outros. A parceria estabelecida entre CASNAV e CAAML viabilizou ganhos expressivos para os dois lados, incrementando a usabilidade e a estabilidade do sistema SimCIAGA, além de melhorar o nível dos adestramentos disponibilizados pelo CAAML.

O SimCIAGA passou a ser denominado SimPass a partir de 2014, evitando confusões de nomenclaturas e siglas, sendo este termo (SimPass) consolidado como o novo *framework* de simulação de manobra e navegação de embarcações da Marinha.

DESENVOLVIMENTO

A dimensão dos ganhos da parceria entre CAAML e CASNAV estabelecida naquele momento era muito maior do que as melhorias no código do simulador e o oferecimento de um adestramento melhor. O impacto mais importante estava na nova perspectiva de que o Setor Operativo e o SCTMB conseguiram enxergar as possibilidades de escalabilidade e interoperabilidade que o domínio da tecnologia trazia. Desenvolver um sistema de simulação nos permite compreender a dimensão e as possibilidades de emprego dessa ferramenta. Desenvolver um sistema completamente imerso no seu ambiente de uso, em contato diário com os usuários finais por mais de um ano, gerou sinergia ímpar que culminou com as ideias de interoperabilidade do SimPass com o SSTT-3.



A interação proativa entre desenvolvedor e usuário final foi extremamente explorada com a troca de informações sobre as demandas dos instrutores por novos recursos de simulação, e a apresentação de soluções trazidas por técnicos que trabalhavam na fronteira do conhecimento.

Aos poucos, a MB observava o retorno do investimento que estava ocorrendo no projeto SimCIAGA e na capacitação de pessoal no Instituto MOVES da NPS (*Modeling and Virtual Environments Simulation – Naval Postgraduate School*). O emprego de simuladores virtuais de treinamento nos adestramentos de navegação e manobra do CAAML representa significativa economia de recursos para a Esquadra, e isso se torna mais evidente a cada ano.

Estudos recentes feitos pelo Ministério da Infraestrutura da Holanda, publicados pela *International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers* (STCW.2/Circ.7), apontam que a correlação entre a operação de um simulador de passadiço tipo *Full Mission* e a operação prática a bordo pode chegar à equivalência de 1:4 (um dia de simulador corresponde a quatro embarcados). Isso se deve, principalmente, pela potencialização do estímulo cognitivo alcançado em um ambiente controlado como o da simulação virtual, onde o instrutor vai ajustar uma sequência de eventos previamente pensada para se atingir determinado objetivo de treinamento previsto na sinopse do exercício.

Na vida real, por exemplo, pode ser que um navio desatque da BNRJ e demande o Canal de Cotunduba sem passar por nenhum contato que ofereça risco e estimule o processo decisório da equipe do passadiço. Pode ser que essa navegação ocorra em um horário de estófo da maré e não haja corrente, ou ainda que seja de dia, sem vento e em visibilidade restrita. Nesses casos, não haverá alguns estímulos específicos para se treinarem diversos procedimentos complexos aos quais precisam ser expostos oficiais e praças, de modo que se tornem mais experientes nestas situações.

Um ambiente virtual simulado, como o SimPass, permite que a navegação ou manobra seja configurada com os estímulos necessários para tornar a experiência do usuário a mais completa possível dentro do treinamento proposto, sendo plausível, ainda, repetir determinada situação quantas vezes sejam necessárias sem consumir um litro sequer de combustível.

As experiências de uso do SSTT e SimPass foram consolidadas individualmente e mostraram-se ambas importantes ferramentas de treinamento para a Esquadra, cada uma com sua natureza específica de emprego. O domínio tecnológico abriu as portas para novos desafios no CASNAV e IPqM, que sabiam que muito mais poderia ser feito em termos de simulação virtual para os navios.

A operação de uma Esquadra em Grupo-Tarefa (GT) caracteriza-se por ser um sistema de sistemas complexos e adaptativos, em que a diversidade e processos e estocasticidade dos eventos não nos permite prever o resultado de saída sem o emprego de simulação. As operações navais mais complexas envolvem não apenas navios de superfície, mas também unidades aéreas e submarinos, onde o risco operacional é inerentemente mais alto, justificando o emprego de simuladores.

O CASNAV desenvolveu, em 2016, uma versão do SimPass-SUB utilizando óculos de realidade virtual para oferecer ambiente simulado de treinamento específico para navegação e manobra de um submarino na superfície. Logo em seguida, em parceria com o CASNAV e IPqM, foi desenvolvido o SimPer (Simulador de Periscópio) para integração com o simulador do sistema de combate AN-BYG dos Submarinos Classe Tupi. O SCTMB acompanhava de perto os significativos progressos e resultados alcançados com desenvolvimentos próprios de simuladores de voo pelo Exército Brasileiro (EB) no Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx) e pela Força Aérea Brasileira (FAB) no Centro de Computação Aeronáutica em São José dos Campos (CCA-SJC). Tornava-se claro que a MB tinha plenas condições de desenvolver simulação mais completa entre múltiplos navios, envolvendo as estações “Manobra” e “Combate”, submarinos e aeronaves, sendo esse recurso de simulação fundamental para adestramentos de operações em GT.

A possibilidade de se oferecer novo simulador integrado de combate para a Esquadra surgiu alinhada com a consolidação da arquitetura *multiplayer* na montagem do SimPass na Escola Naval (EN). O SimPass original havia sido projetado para a navegação e manobra de navios mercantes para o CIAGA, não havendo qualquer requisito de projeto que demandasse a interoperabilidade entre navios simulados.

O projeto da EN, inaugurado em dezembro de 2020, previa a operação de até sete navios em *multiplayer*, onde uma equipe (passadiço) poderia interagir e compartilhar o mesmo ambiente virtual que a outra. Esta importante alteração de arquitetura financiada pelo Setor de Pessoal (DEnsM/EN) acabou gerando um reflexo disruptivo no Setor Operativo com a possibilidade da simulação em ambiente virtual em GT. Tudo isto só foi possível de se estudar e considerado, pois o código fonte do SimPass era de propriedade da MB, tor-

nando o exame da complexidade de implementação e o custo de adaptação de novas soluções a partir da mesma plataforma de simulação algo mensurável e exequível.

A necessidade de um ambiente virtual de treinamento capaz de reproduzir um cenário complexo de guerra naval, onde diversos conceitos poderiam ser treinados de forma interativa pelos meios da Esquadra (navios de superfície, aeronaves e submarinos), levou à encomenda do Projeto Simulador Integrado de Combate (SICOMB) junto ao CASNAV.

Esta demanda, que partia de uma visão de futuro inovadora da Esquadra, contava com três fases de execução e integração de simuladores nos três ambientes:

Fase 1 (Superfície): compreende a montagem de até quatro conjuntos de “Manobra” + “Combate” e um SICOMB 2 (COC da força), no CAAML para operação integrada em modo *multiplayer*.

Fase 2 (SICOMB-Sub): compreende o desenvolvimento de um conjunto próprio de simulação voltado para a operação do submarino a ser integrado, à distância, com o SICOMB.

Fase 3 (SICOMB-Aero): tem como escopo estudar a possibilidade da interoperabilidade por *High Level Architecture* (HLA) com o novo simulador de voo do SH-16, e desenvolver um *Flight Training Device* (FTD) próprio para a aeronave AH-11B a ser integrado, à distância, com o SICOMB.

A Fase 1 do SICOMB iniciou-se, em dezembro de 2020, com a aquisição do hardware e execução das obras de adequação necessárias para a montagem dos ambientes de simulação pelo CAAML, aproveitando espaços nas instalações que eram utilizadas por sistemas antigos e descontinuados. Coube ao CASNAV apenas fazer a especificação técnica das necessidades de hardware e projeto das salas, além de executar as adequações de *software* no SimPass.

As alterações de *software* são necessárias para permitir a realização de Guerra A/S, Controle Aerotático, Navegação pela GOP, Apoio de Fogo Naval (AFN) e Ações de Superfície. Destaca-se a parceria com o IPqM para realizar a integração do *software* do Sonar Nacional Ativo (SONAT) no simulador, permitindo ambiente de treinamento ainda mais imersivo e próximo à realidade.

As operações com aeronaves embarcadas e operações de Guerra A/S com submarino são bastante complexas e envolvem custo elevado quando realizadas no mar. A complexidade aumenta ainda mais nas operações noturnas e envolvendo muitas unidades em um GT. As Fases 2 e 3 do SICOMB foram projetadas justamente para se cobrir esta deficiência no treinamento simulado deste tipo de operação, oferecendo

maior realismo na simulação a partir do momento em que procedimentos operativos serão exercitados pelas próprias tripulações do submarino (SICOMB-Sub) e pilotos dos helicópteros (SICOMB-Aero).

Vislumbra-se que um cenário mais complexo a ser simulado no SICOMB possa envolver uma Guerra A/S com quatro navios executando um plano de ataque coordenado com Aeronave a um submarino em período noturno, considerando que todas estas unidades operativas estariam sendo guarnecidas por oficiais e praças de seus respectivos meios, tudo isso sendo efetivamente controlado por um Comandante de Força e seu Estado-Maior a partir do SICOMB 1, contribuindo, ainda, para o adestramento dos Estados-Maiors da Esquadra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do SICOMB, navios poderão continuar a realizar os adestramentos tradicionais que eram realizados nos antigos simuladores do CAAML que deram lugar fisicamente à nova estrutura de treinamento. Nenhuma capacidade de adestramento foi perdida com a substituição dos antigos simuladores de CIC e geradores de alvo pelos novos e modernos conjuntos de Passadiço e COC do SICOMB, que permitirão realizar adestramentos de Controle Aerotático (CAT), Apoio de Fogo Naval (AFN), Navegação da GOP e também eletrônica com ECDIS.

Os navios do SICOMB poderão operar separadamente ou em GT, dando maior flexibilização na utilização dos simuladores de acordo com o objetivo de treinamento esperado. Além das tradicionais formas de adestramento das tripulações, existe a perspectiva de serem implementadas modelagens realísticas para sensores e armamentos dos navios da Esquadra, tendo em vista a cooperação estreita que CASNAV e CASOP estabeleceram na coleta e análise de dados em Exercícios Operativos (EXOP).

Por meio dos dados de detecção, modelos de propagação e lançamento de armamentos, uma simulação bem próxima da realidade poderá ser alcançada no SICOMB, o que permitirá que as Divisões da Esquadra testem conceitos de

operação antes de comissões operativas no mar e formulem novas doutrinas e requisitos para emprego dos meios atuais e futuros, como a Fragata Classe Tamandaré.

Outra nova possibilidade de emprego do SICOMB dentro do contexto da guerra cibernética é a realização de exercícios, ainda não previstos, para adestramentos em situações de ataques cibernéticos aos sistemas de combate e de navegação do navio. O SICOMB já permite a inserção de erros de GPS simulando *spoofing* do sinal de posição, bem como a inserção de alvos AIS falsos simulando um ataque por meio de *malware* específico.

A economia de recursos de adestramentos realizado no SICOMB ainda deverá ser alvo de interessante e aprofundado estudo de transferência de treinamento que o sistema poderá vir a oferecer, considerando a quantidade de militares a passarem pelo simulador e os custos envolvidos na operação real de um GT equivalente. Talvez, um dos aspectos que nunca venham a entrar neste cálculo será a oportunidade que as gerações mais antigas e experientes, acostumadas a suspender com mais de 10 navios em GT, terão de transmitir seus conhecimentos para os mais jovens em um ambiente imersivo de Passadiço e COC. Sabe-se que o conhecimento é adquirido pela experiência, pela vivência e pela repetição de procedimentos até deixarmos de sermos novatos e passarmos a ser considerados experts em determinada manobra ou sistema de bordo. Essa experiência é adquirida a muito custo pelas pessoas que integram a MB, muitos dias de mar e recursos despendidos na prontificação dos meios necessários para termos a Esquadra operando. Contar com um ambiente integrado de simulação como o SICOMB, seguramente, abrirá as portas para que algumas capacidades adquiridas ao longo de uma longa trajetória de operação de navios, submarinos e aeronaves não seja perdida pela falta de contato no mar entre diferentes gerações.

REFERÊNCIA:

HUMAN ENVIRONMENT AND TRANSPORT INSPECTORATE. Ministry of Infrastructure and Water Management (Holanda). **International convention on standards of training: certification and watchkeeping for seafarers (STCW.2/CIRC.7)**. Amsterdã, 2000.



omnisys.com.br

 **omnisys**
Uma empresa Thales

50 países
ao redor do mundo protegem a sua nação
com tecnologias Thales

Search: Thalesgroup



IMPRESSÃO 3D NA LOGÍSTICA

OS IMPACTOS DA REVOLUÇÃO DIGITAL NAS CADEIAS DE SUPRIMENTO DO PODER NAVAL DO FUTURO

Capitão-Tenente **RHUAN TOLEDO GURGEL**

Ajudante da Divisão de Máquinas do DIAsA – CAAML
Aperfeiçoado em Máquinas

INTRODUÇÃO

Impressão 3D, *Blockchain*, internet das coisas, *Big Data*, realidade virtual aumentada, computação na nuvem e sistemas ciberfísicos são exemplos de tecnologias disruptivas da “Indústria 4.0” ou Quarta Revolução Industrial. As empresas que se aproveitam de tais tecnologias em seus ecossistemas digitais corporativos estão no estado da arte de suas áreas de atuação, como é o caso das FAANG¹ e de companhias de projeção global da indústria de construção naval, como Thyssenkrupp, Hyundai, Daewoo, Fincantieri, BAE Systems, Damen, Navantia etc.

Com a indústria de defesa não é diferente: o dinamismo das relações internacionais e a conjuntura oceano-política impõem às Forças Armadas, particularmente à Marinha, a necessidade de aprimoramento contínuo de capacidades para o enfrentamento dos complexos desafios presentes em função de novas e antigas formas de combate e ameaças. Assim, significativos investimentos² em pesquisa nas áreas de tecnologia hipersônica, inteligência artificial, comunicações 5G, computação quântica, veículos autônomos e na impressão 3D salientam o interesse cada vez maior em tecnologias disruptivas estratégicas ou *game-changers*.

No ambiente operacional marítimo e fluvial, as cadeias de suprimento logístico são naturalmente caras e vulneráveis, e esse é o ponto nevrálgico, principalmente em tempos de austeridade fiscal, no qual pode se destacar a impressão 3D, também chamada de manufatura aditiva, que é uma técnica de manufatura avançada cujas possibilidades de emprego são

ilimitadas: abrigos de concreto, hélices, drones e até submarinos já foram construídos por tal metodologia.

Este artigo conduzirá o leitor, por meio de uma abordagem *top-down*, da evolução dos processos industriais até as técnicas de manufatura aditiva, destacando o potencial para tornar, no longo prazo, a Marinha do Brasil, uma força moderna, aprestada, com alto grau de independência tecnológica e compatível com a estatura político-estratégica do Brasil no cenário internacional.

COMO CHEGAMOS ATÉ AQUI

Ao longo da evolução do ser humano, as ferramentas e fontes de energia foram desenvolvidas para atender as necessidades e melhorar a qualidade de vida. Inicialmente, as ferramentas eram feitas de pedra, e no que tange às fontes energéticas, eram empregadas a força física humana ou de animais. Posteriormente, para enfrentar os desafios de produção, surgiram ferramentas em aço, diamante e cerâmica; e a capacidade de produção evoluiu com a utilização de água, vento, vapor e eletricidade, que nortearam a forma como as sociedades iriam produzir, consumir e se desenvolver.

No início de 1900, Henry Ford revolucionou a forma como a indústria produzia, focando na capacidade de fabricar mais com custos menores, a partir de um ganho de escala e eficiência. E, na década de 1950, inspirados no fordismo, a Toyota Motor Company criou cultura organizacional ba-

FOTO: RAMLAB / Port of Rotterdam / Materia

seada nos princípios de *just in time*³ e *kanban*⁴, centrada na identificação e eliminação sistemática de todas as perdas⁵ do processo de produção.

Desde então, a manufatura não parou de evoluir e continuou a ser aprimorada: técnicas convencionais⁶, depois técnicas não convencionais⁷, até chegarmos nas técnicas avançadas⁸, que substituem os processos convencionais e não convencionais e podem associar procedimentos de CAD (*Computer-Aided Design*), CAE (*Computer-Aided Engineering*) ou CAM (*Computer-Aided Manufacturing*) a uma impressora 3D habilitada a fabricar itens de plástico, cerâmica ou metais.

MANUFATURA ADITIVA – A PRIMEIRA IMPRESSÃO É A QUE FICA

Um dos maiores desafios para engenheiros e iniciantes em impressão 3D é navegar por um oceano de opções de tecnologias e materiais disponíveis e escolher a melhor solução para sua aplicação. Normalmente, vários processos são adequados, cada um oferecendo variações em propriedades como precisão dimensional, acabamento de superfície e requisitos de pós-processamento.

A norma ISO/ASTM 52900 padroniza pelo menos sete tecnologias de impressão 3D existentes, e outras técnicas estão surgindo e se aprimorando constantemente, porém é impossível que uma única máquina seja capaz de produzir peças com qualquer geometria. Existem inúmeros processos e, dependendo do objeto que se queira criar, cada um funciona melhor ou pior com o tipo de material empregado. Entre os materiais classificados como favoritos para impressão 3D pela *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), destacam-se, mas não se limitam a: metal em pó, metais maciços, fibra de carbono, concreto e polieterimida (PEI) que é resistente ao fogo.

Um grande benefício da manufatura aditiva é a capacidade de personalização de peças para atender necessidades específicas. Pode-se regular a dureza, a maleabilidade e a resistência à corrosão das ligas produzidas, além de ajustes no tamanho e na forma, o que possibilita aos usuários melhorar os projetos ou redesenhar as peças com defeito. Com a ajuda de *scanners* 3D, uma peça crítica quebrada pode ser digitalizada e, posteriormente, fabricada em uma impressora 3D. Equipamentos essenciais podem ser reparados no local em horas ou dias, em vez de semanas ou meses.

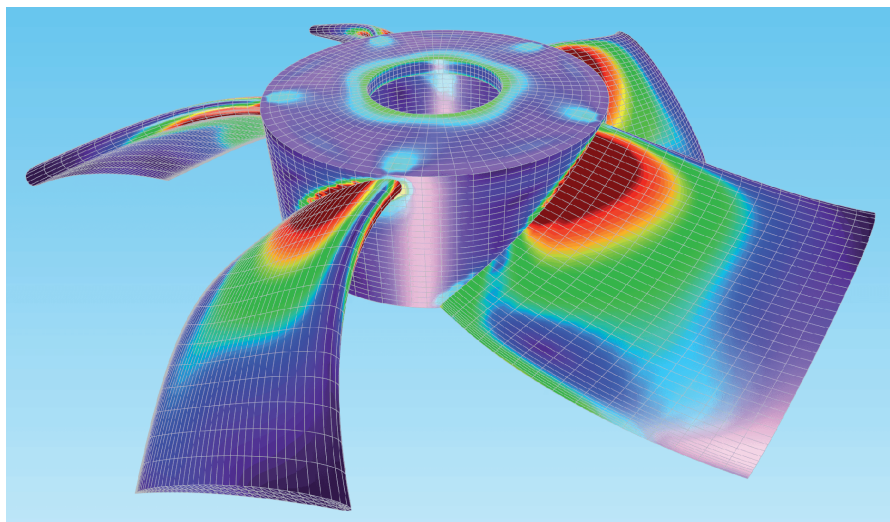


FOTO: COMSOL / www.cdn.comsol.com

Antes de apresentar o universo de possibilidades e aplicações da manufatura aditiva, é importante ressaltar que a tecnologia ainda não está plenamente desenvolvida. Além disso, cuidados especiais devem ser respeitados e aprimoramentos devem ser implementados antes torná-la uma opção viável e consagrada.

CUIDADOS ESPECIAIS E PERIGOS À SAÚDE HUMANA

O espaço a bordo de um navio é muito diferente de um galpão industrial e requer atenção especial para o acondicionamento das matérias-primas e das impressoras 3D no arranjo da instalação das máquinas e nas condições de trabalho, tais como umidade, temperatura e vibração.

Muitas das matérias primas de impressão 3D são higroscópicas. Por isso, é necessário um armazenamento em lugar seco e de temperatura controlada. A temperatura ambiente afeta não só os processos e comportamento da matéria prima, como também afeta os componentes de *hardware* da impressora 3D. As vibrações do navio podem interferir na impressora, criando baixa ligação em camadas de material impresso e causando impactos na qualidade e no processo de impressão.

Os maiores problemas diretos das matérias-primas plásticas ocorrem quando elas são queimadas, liberando compostos orgânicos voláteis tóxicos como dioxinas, alquilfenóis, ftalatos e o Bisfenol A (BPA). Além disso, durante os processos de manufatura aditiva, partículas ultrafinas ficam suspensas no ar, e concentrações elevadas de tais partículas estão associadas a efeitos adversos à saúde, incluindo sintomas de asma, internações hospitalares por acidente vascular cerebral, parada cardiorrespiratória e morte.

Para mitigar tais efeitos adversos, não é recomendado permanecer por muito tempo próximo da impressora 3D em operação, deve-se utilizar equipamentos de proteção individual (EPI)⁹ e trabalhar em local arejado, preferencialmente, com rota de extração de ar, uma vez que elementos de filtragem convencional, como filtros de carbono, não resguardam o indivíduo das partículas ultrafinas.

CONSTATAÇÃO DA REALIDADE – O QUE PRECISA MELHORAR

Até o momento, a grande maioria das produções obtidas pelas impressoras 3D são de materiais termoplásticos ou polímeros. Contudo, a matéria-prima adequada para aplicação naval é o metal, pois viabiliza reparos em redes, bombas, motores, e até em armamentos e sensores dos navios.

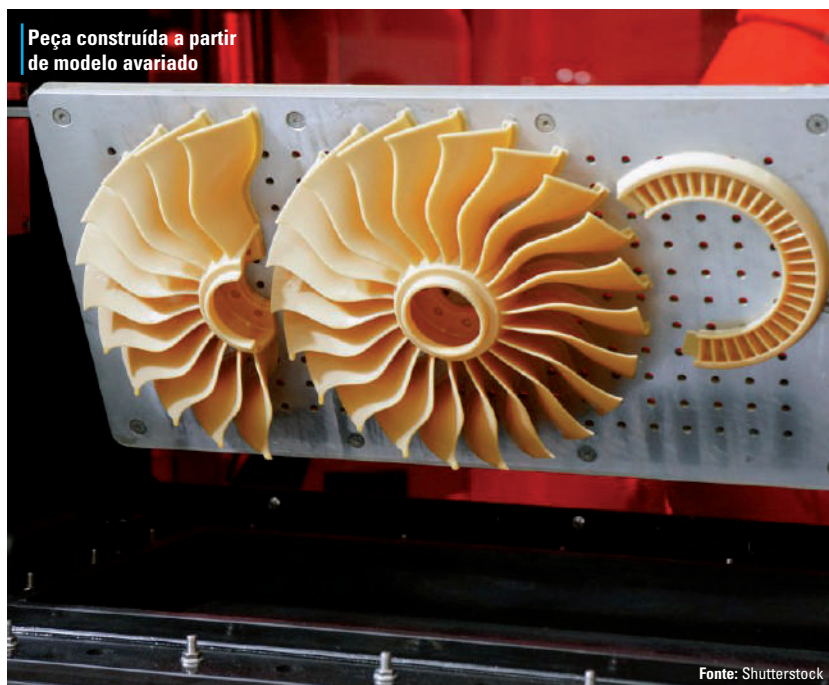
Dependendo da técnica a ser utilizada, diferentes metais podem ser combinados em ligas com cobre, níquel, manganês, titânio, ferro e zinco, com a finalidade de se obterem propriedades específicas de resistência à corrosão, ductilidade e maleabilidade. Nesse aspecto, as técnicas que entregam os melhores resultados na produção de objetos metálicos são PBF¹⁰ (*powder bed fusion*) e *BinderJetting*.¹¹

Ambas as técnicas têm elevados custos de instalação e grande demanda de energia elétrica, o que exige criterioso dimensionamento da planta de geração e distribuição de energia do navio. Além disso, alguns fatores limitam a consistência ao tentar escalar a produção, pois taxas de deposição, porosidade e densidade são diferentes de amostra para amostra, tornando difícil replicar a mesma peça repetidamente.

Apesar das dificuldades, novas técnicas vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas para mitigar esses problemas, de modo que requeiram menos energia e menores temperaturas para imprimir, reduzindo os custos de produção e minimizando os problemas de segurança.

Comparativo de acabamento de impressões 3D	
ACABAMENTO DA IMPRESSÃO 3D DE OBJETOS METÁLICOS	
O que precisa diminuir	O que precisa aumentar
Porosidade	Densidade das peças
Rugosidade das superfícies	Resistência ao Escoamento
Impurezas no metal	Dureza do material

Fonte: Autor



Fonte: Shutterstock

IMPRESSÃO 3D E A DISRUPÇÃO NO ESFORÇO LOGÍSTICO

No Brasil, o Ministério da Defesa conceitua Logística Militar como “o conjunto de atividades relativas à previsão e à provisão dos recursos e dos serviços necessários à execução das missões das Forças Armadas”.

Isso posto, de acordo com o Manual de Logística da Marinha, um problema logístico pode ser resumido na necessidade de proporcionar às forças os recursos requeridos em determinadas circunstâncias. Para resolver tal problema, é necessário executar diversas ações em diferentes níveis, o que é chamado de esforço logístico.

Tecnologia disruptiva ou inovação disruptiva é um termo que descreve a inovação tecnológica que provoca uma ruptura com os padrões, modelos ou tecnologias já estabelecidos. Dessa forma, a impressão 3D é capaz de desencadear tremendas alterações nas funções logísticas,¹² bem como em todo o ciclo logístico,¹³ alicerçada em três pontos fundamentais, que serão descritos a seguir: reestruturação da gestão do ciclo de vida; simplificação do fluxo de produção; e revolução da cadeia de suprimentos.

REESTRUTURAÇÃO DA GESTÃO DO CICLO DE VIDA

As tecnologias de manufatura avançada estão associadas a bens e serviços de alto valor e podem contribuir para elevar a disponibilidade das unidades militares, além de ampliarem a

capacidade de apoio logístico para os meios operativos e, por meio de fabricação de sobressalentes descontinuados, auxiliarem a Gestão de Ciclo de Vida dos meios operativos.

Com as técnicas de manufatura aditiva, é possível identificar os melhores métodos para converter modelos e desenhos técnicos em formato digital, a fim de agilizar a criação de arquivos para ajudar a resolver problemas de obsolescência, baixo volume e peças caras.

Diversas Forças Armadas contam com equipamentos cujos sobressalentes são de difícil aquisição em virtude de não serem mais produzidos pelo fabricante original. Para contornar tal situação, a Marinha e a Força Aérea dos EUA apresentaram soluções de engenharia reversa utilizando impressoras 3D para produzir sobressalentes para os submarinos nucleares das classes *Los Angeles* e *Ohio*, para o bombardeiro B-52 *Stratofortress* e para o caça F-22 Raptor, o que estenderá os seus ciclos de vida.

De maneira similar, as Forças Armadas da República Popular da China utilizam impressão 3D para reparar os caças Shenyang J-15, J-16 e J-31 e caça *stealth* Chengdu J-20.

SIMPLIFICAÇÃO DO FLUXO DE PRODUÇÃO

Quanto menor o tamanho, em quantidade de unidades de uma força, maior a dificuldade para manter parcerias com fornecedores de peças e sobressalentes. As consequências são implacáveis: um negócio com altas barreiras de entrada para pequenas e médias empresas fornecedoras, menor prontidão operacional, maiores custos de transporte, menor previsibilidade de fornecimento, longos prazos de entrega e necessidade de capacidade de armazenamento e estoque.

Na maioria dos casos, as Forças Armadas, particularmente a Marinha, não produzem os equipamentos que utilizam, limitando-se às tarefas de manutenção e utilização. Durante o ciclo de vida da unidade militar, a manutenção ganha importância conforme o tempo de utilização, mas a demanda por sobressalentes e reparos não aumenta uniformemente para cada equipamento, sendo, portanto, variadas as necessidades de itens em quantidade e características ao longo do tempo. Tal situação impõe que as cadeias de suprimento transportem um grande volume de itens e aumentem a necessidade de grandes estoques em quantidades e tipos diferentes de peças.

Nesse contexto, a manufatura aditiva atende a variabilidade de demanda e reduz a necessidade de prever a capacidade da cadeia de suprimentos, tendo como consequência direta um incremento do *throughput*,¹⁴ redução dos níveis de estoque, redução da necessidade de infraestrutura física e flexibilidade de produção, possibilitando alterar ou reconfigurar

produtos e processos rapidamente para ajustar-se às necessidades. Um exemplo bem-sucedido é a companhia dinamarquesa Maersk, que implementa, desde o ano de 2014, a instalação de Impressoras 3D a bordo de seus grandes navios de carga modular para fabricar peças de reposição em alto mar.

REVOLUÇÃO DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS

As técnicas avançadas de manufatura podem revolucionar as cadeias de suprimentos, eliminando a necessidade de instalações de produção centralizada e reduzindo a necessidade de transporte de peças. A manufatura aditiva pode transformar as cadeias de suprimentos físicas em digitais e tornar as forças militares mais versáteis e com alto nível de prontidão.

Um exemplo da versatilidade da manufatura aditiva é a possibilidade de construção de itens relativamente grandes em tempo reduzido. Os Fuzileiros Navais dos EUA são capazes de imprimir, em 36 horas, um abrigo ajustável ao terreno feito de concreto de secagem rápida para o lançador múltiplo de foguetes M142. Em outubro de 2020, o maior hélice de navio militar, fabricado por impressão 3D, foi construído pela companhia *Naval Group Nantes-Indret*. Com 2,5 metros de diâmetro e pesando uma tonelada, esse hélice é o início de um projeto da Marinha da França que visa produzir mais hélices com maior eficiência e descrição acústica para navios caça-minas.

Uma vez que um desenho seja transformado em um modelo digital com dimensões básicas, o utilizador pode fabricar os primeiros protótipos em qualquer lugar do mundo. Em 2015, o Contratorpedeiro chinês Tipo 052D Harbin sofreu uma avaria no sistema de governo enquanto operava no Golfo de Aden. Utilizando a impressora 3D de bordo, a tripulação foi capaz de produzir, rapidamente, a peça para substituir o componente avariado e prontificaram o navio.

IMPRESSÃO 3D SOB O PRINCÍPIO DA ECONOMICIDADE

Com a implantação de tecnologias avançadas, a busca de menores custos operacionais e melhor eficiência de fabricação tem forçado grande número de empresas industriais a embarcar na tecnologia de manufatura avançada.

Decerto que o maior vetor de incentivo para investimentos na tecnologia de manufatura aditiva é torná-la algo economicamente viável e, se possível, rentável. Nesse sentido, a Marinha dos EUA, em 2017, fabricou um protótipo de um veículo submarino de transporte, o *SEAL Delivery Vehicle* (SDV). A redução de tempo e custo foi significativa, pois, utilizando técnicas convencionais de manufatura, o tempo médio de construção é de 5 meses ao custo de cerca de US\$



Maior hélice já construído por impressão 3D

Fonte: Naval Group

700 mil, já com as técnicas de manufatura aditiva, a impressão levou cerca de 4 semanas para ser concluída, ao custo de US\$ 60 mil.

A manufatura avançada contribui para o sucesso das empresas que utilizam alto nível de design ou competências científicas para a produção de produtos e processos inovadores tecnologicamente complexos. Em abril de 2019, a Navantia celebrou com o Ministério da Defesa da Espanha um acordo de construção de Fragatas F-110. Este será o primeiro grande programa naval espanhol a incorporar processos e componentes com manufatura aditiva.

Em novembro de 2019, a Marinha Real Australiana anunciou investimentos de US\$ 1,5 milhão em um projeto para empregar impressoras 3D para realizar a manutenção dos navios. E, em fevereiro de 2020, a alemã Thyssenkrupp Marine Systems (TMS) anunciou os planos para utilizar impressão 3D na fabricação de componentes de submarinos.

Já na Ásia, a China desenvolve técnicas de manufatura aditiva desde 2001. Exemplos notáveis do uso dessa tecnologia incluem peças do C-919, o primeiro grande avião de passageiros da China.

O LEGADO DA MANUFATURA ADITIVA

A impressão 3D desempenha papel importante na melhoria de qualidade e flexibilidade das organizações de manufatura. Ela impacta não apenas na produção, mas em todas as operações do negócio, trazendo novos desafios à habilidade da empresa em gerenciar tanto a fabricação como a tecnologia da informação.

Em abril de 2014, o Navio de Assalto Anfíbio USS Essex da Marinha dos EUA foi o primeiro navio de guerra, de que se tem notícia, a ter uma impressora 3D instalada a bordo para atender às necessidades da tripulação no mar. Com isso,

foi possível avaliar a manufatura aditiva em operações navais e capacitar a tripulação a produzir diversos itens, mas o principal legado desse projeto foi o treinamento e a familiarização dos militares com a tecnologia.

Posteriormente, em 2016, militares a bordo do porta-aviões nuclear *USS Harry S. Truman* desenvolveram e fabricaram um dispositivo para rádios portáteis, que proporcionou economia de US\$ 146 mil em menos de três anos. Desse modo, investir na familiarização e estimular a criatividade do pessoal foi capaz de propiciar retornos de curto e médio prazo para a Marinha dos EUA.

Outrossim, a manufatura subtrativa¹⁵ gera grande quantidade de resíduos, pois muita matéria tem de ser removida das peças a serem fabricadas e algumas dessas matérias-primas são caras e têm alto custo de reciclagem. Nesse quesito, a manufatura aditiva pode reduzir a taxa de desperdício em comparação com a usinagem tradicional, possibilitando auxiliar questões afetas ao racionamento de recursos naturais e à sustentabilidade global.

IMPRESSÃO 3D NA PANDEMIA DO NOVO CORONAVÍRUS

A pandemia do novo coronavírus prejudicou fortemente o setor industrial mundial, causando sério impacto nas cadeias de suprimentos. Todos os países, em seus diferentes estágios de *lockdown*, deixaram de fornecer produtos, e as comunicações logísticas ficaram mais lentas com a falta de opções de transporte. O Brasil, que depende de mão de obra e matéria-prima importada, foi um dos países mais afetados.

Em tal conjuntura, não faltaram aplicações da manufatura aditiva para ajudar governos e empresas a preencherem as lacunas das cadeias de suprimentos. Durante os esforços de combate à pandemia, o Centro Tecnológico do Corpo de Fuzileiros Navais (CTecCFN) e, separadamente, uma equipe de alunos do Instituto Militar de Engenharia (IME), empenharam-se na produção de máscaras faciais do tipo *Face Shield* para uso dos profissionais dos órgãos de saúde pública, com o propósito de fornecer *kits* às unidades de saúde, contendo material para a montagem das máscaras e com o manual de instruções simplificado.

QUAL A IMPRESSÃO QUE O BRASIL TEM?

De acordo com o Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040), as bases para o preparo e o emprego do Poder Naval são “Conhecimento” e “Ciência, Tecnologia, Inovação e Engenharia”. Dessa forma, em um cenário político estratégico e econômico dinâmico, assume elevada relevância o desenvolvimento de tecnologias-chave, a fim de reduzir o hiato tecnológico existente entre as nações.

Os países emergentes, atualmente fornecedores de mão de obra barata e baixo custo de produção, assumem a tendência de se desenvolver e fabricar itens mais avançados, seguindo o caminho dos países desenvolvidos.

Com o acirramento da competição, o ambiente atual é propício para o Brasil promover uma transição da manufatura tradicional para a manufatura avançada. Para tal, é preciso tecnologia para promover a transformação das organizações; agregar alto valor à manufatura; e tornar os novos processos rentáveis. Após isso, deve-se avaliar uma análise de *trade off* que leve em consideração a quantidade de tempo, investimento e reorganização necessários para implantar os novos processos e os investimentos em novas capacidades para assegurar o seu bom funcionamento.

Em um mundo altamente globalizado, articulado e competitivo, particularmente no Brasil, lidamos com vários óbices no campo da automação, além do hiato tecnológico que alavanca para pior nossos indicadores de produtividade em relação aos concorrentes globais. Outro dado importante está associado ao “custo Brasil”, que eleva o custo de aquisição de equipamentos e máquinas, dificultando o investimento em tecnologia pelo empreendedor.

O EFEITO DESEJADO

Se, por um lado, as tecnologias disruptivas são uma oportunidade para fechar o *gap* tecnológico entre os países desenvolvidos e emergentes, por outro, podem representar a possibilidade de amplificar as desigualdades de condições entre as nações.

Somente no ano de 2021 o Departamento de Defesa dos Estados Unidos destinou mais de US\$ 40 bilhões do orçamento previsto para o seu MANTECH (*Manufacturing Technology Program*), a fim de aprimorar os processos industriais de manufatura, estabelecer a manufatura aditiva como alternativa eficaz à manufatura convencional e o desenvolvimento de tecnologias disruptivas que possam ser empregadas, no curto prazo, em prol das Forças Armadas estadunidenses.

Para que o Brasil, assim como outros países emergentes, não seja deixado para trás nessa corrida, é fundamental garantir uma base industrial doméstica estável, confiável e competitiva para suprir as necessidades das Forças Armadas e estimular a colaboração entre a indústria e as universidades para identificar projetos com potencial de acelerar a qualificação, a certificação e a implementação de metodologias de impressão 3D.

Após consolidar os alicerces acadêmicos e industriais, deve-se buscar alinhar os projetos com questões estratégicas e áreas de foco identificadas pelas Forças Armadas e aprimorar

processos de engenharia reversa, a fim de definir critérios de aceitabilidade que irão acelerar a integração da manufatura aditiva na cadeia de suprimentos e otimizar a produção das matérias primas de manufatura aditiva (polímeros e metais) para obter sobressalentes para os equipamentos militares.

Além disso, para tornar sustentável o ciclo de produção, é necessário que seja fomentada a criação de fontes de suprimentos para manufatura aditiva e que seja intensificado o investimento em projetos voltados para a redução do prazo de entrega, redução de custos e melhoria da qualidade dos itens essenciais para as Forças Armadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os acontecimentos que moldaram as organizações industriais no início do século 21 não serão repetidos nos próximos anos, e investir em tecnologias disruptivas pode significar a verdadeira revolução na Divisão Internacional do Trabalho.¹⁶

Ao mergulhar no oceano de possibilidades da impressão 3D, encontram-se mais perguntas do que respostas sobre o potencial dessa tecnologia. Contudo, diversas limitações que ora consternam a logística militar podem ser atenuadas com a implementação da manufatura aditiva nas cadeias de suprimentos.

As operações militares exigem altos níveis de personalização e produção de peças em locais inóspitos, em pequenos volumes e em prazos quase imediatos. Quanto mais versátil é uma Força Naval, maior é a dificuldade de previsibilidade da demanda e mais altos são os níveis de estoque de sobressalentes. Nesse aspecto, a impressão 3D possibilita facilitar a previsão e o provimento do material necessário à manutenção das Forças Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais em operação e demais Organizações Militares.

Certas ligas metálicas produzidas por manufatura aditiva podem ser produzidas com baixo custo e são semelhantes ou melhores do que as ligas tradicionais. Mas, o maior benefício de curto prazo da implementação da impressão 3D é a imediata possibilidade de redução do estoque e do prazo de entrega de determinado sobressalente em qualquer lugar. Já no médio e longo prazo, eleva significativamente a prontidão dos meios operativos, reduzindo os prazos e custos de produção de sobressalentes, de armazenamento e de transporte.

Uma série de estudos ainda precisam ser realizados para determinar como a manufatura aditiva pode ser implementada e quanto poderia ser economizado, mas não há dúvidas sobre a contribuição promissora de tal tecnologia no futuro de uma Marinha pronta para atuar, como previsto no ordenamento jurídico nacional – em defesa dos interesses da Pátria, nos espaços oceânicos, pantaneiro, amazônico, antártico

ou sob a égide de organismos internacionais, sendo 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.

Como disse o Vice-Almirante Philip Hart Cullom, que foi encarregado do projeto *Print the Fleet* da Marinha dos EUA: “Acredito veementemente que a impressão 3D e a manufatura avançada são tecnologias disruptivas para as tarefas de manutenção e logística futuramente. Podemos ganhar novas capacidades para fazer reparos rápidos, imprimir ferramentas e peças onde e quando precisarmos, transportar menos sobressalentes e, finalmente, transformar nossa cadeia de suprimentos de manutenção marítima e logística”.

NOTAS:

1. Acrônimo composto por Facebook, Amazon, Apple, Netflix e Google. São as companhias com maior valor de mercado dos Estados Unidos (mais de US\$ 6 trilhões), também conhecidas como *Big Techs*, pois dominam a indústria da tecnologia da informação do planeta. Dados consolidados em maio de 2021.
2. O Departamento de Defesa dos EUA tem previsão de investir US\$ 29,4 bilhões no ano de 2021.
3. Abordagem de produção baseada na quantidade e no tempo certo, em vez de simplesmente produzir em larga escala.
4. É uma ferramenta que permite visualizar as fases do processo de produção e identificar os atrasos de cada fase.
5. Qualquer atividade que não agrega valor ao produto ou serviço. Podem chegar a mais de 90% de todas as atividades, causadas por: tempo de espera, superprodução, movimentação em contra fluxo ou não requerida e o uso ineficiente de matérias-primas e energia.
6. Processos puramente mecânicos de remoção de materiais, baseando-se, principalmente, em motores elétricos e ferramentas que executam tarefas como furação, retificação, brunimento, torneamento, fresagem etc.
7. Processos térmicos, elétricos ou químicos incorporados aos processos mecânicos englobando tarefas como oxicorte, laser, jato abrasivo, ultrassom, feixe de elétrons etc.
8. Estão associadas à automação, robótica e tecnologias de informação.
9. Máscara de proteção contra poeira, camisas com mangas longas, luvas e óculos de proteção.
10. Processo utiliza um laser ou feixe de elétrons para aquecer e fundir pó de metal em altas temperaturas. É relativamente lento, tem alto custo e grande demanda de energia elétrica.
11. Processo no qual os materiais em pó são combinados com um líquido aglutinante depositado camada por camada, de maneira semelhante a uma impressora a jato de tinta. Possibilita obter formas e estruturas que não são possíveis por meio de fundição ou usinagem.
12. Reunião, sob uma única designação, de um conjunto de atividades logísticas afins, correlatas ou de mesma natureza.
13. Processo pelo qual se desenvolve a logística.
14. Capacidade de processar um produto da matéria-prima inicial até a entrega ao consumidor em um período de tempo.
15. Genericamente, são as técnicas de manufatura convencionais e não convencionais que removem material da peça a ser fabricada.
16. É a divisão de produção econômico industrial no cenário mundial entre os países.

REFERÊNCIAS:

3D PRINTING Uses in the Military. **3D PRINTING.COM**, [s.l.], [2020]. Disponível em: <https://3dprinting.com/military/3d-printing-uses-in-the-military/amp/>. Acesso em: 16 maio 2021.

ARMSTRONG, Paul. **Dominando as tecnologias disruptivas**: aprenda a compreender, avaliar e tomar melhores decisões sobre qualquer tecnologia que possa impactar o seu negócio. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

BACKWELL, George. Admiral explains 3D printing is additive manufacturing. **Marine Link**, [s.l.], 2014. Disponível em: <https://www.marinelink.com/news/manufacturing-explains373046>. Acesso em: 16 maio 2021.

BAYRAMOĞLU, Kubilay; KAYA, Deniz; YILMAZ, Semih; GÖKSU, Burak; MURATO, Batuhan. **Utilization of 3D Printing Technologies in Marine Applications**. Izmir: Dokuz Eylül University, 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. Instituto Militar de Engenharia direciona produção de impressora 3D para confecção de máscaras. **Gov.br**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/centrais-de-contedo/noticias/ultimas-noticias/instituto-militar-de-engenharia-direciona-producao-de-impressora-3d-para-confeccao-de-mascaras>. Acesso em: 16 maio 2021.

CHURCH, Chris. Truman sailors' 3-D invention to be used by astronaut on ISS. **Stars and Stripes**, [s.l.], 2016. Disponível em: <https://www.stripes.com/truman-sailors-3-d-invention-to-be-used-by-astronauts-on-iss-1.412679>. Acesso em: 16 maio 2021.

GOEHRKE, Sarah A. China's PLA navy deploys 3D printer on board warship store-replacement parts. **3D PRINTING.COM**, [s.l.], 2015. Disponível em: <https://3dprint.com/35981/china-pla-navy-3d-printing/>. Acesso em: 16 maio 2021.

INTELLIGENT AEROSPACE. The old-school engine that powers the B-52 gets a 3D-printed upgrade. **Military**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.intelligent-aerospace.com/military/article/14181484/b52-3d-printed-parts>. Acesso em: 16 maio 2021.

JEREZ-MESA, Ramon et al. **Finite element analysis of the thermal behavior of a Rep Rap 3D printer liquefier**. Barcelona: Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, 2016.

KAM, Menderes et al. **Investigation the effects of 3D printer system vibrations on mechanical properties of the printed products**. Düzce: Düzce University, 2018.

KRASSTEIN, Brian. Denmark shipping company, Maersk, using 3D printing to fabricate spare parts on ships. **3D PRINTING.COM**, [s.l.], 2014. Disponível em: <https://3dprint.com/9021/maersk-ships-3d-printers/>. Acesso em: 16 maio 2021.

LAKSHMI, Shailaja. World first: patrol vessels deploy 3D printers. **Marine Link**, [s.l.], 2019. Disponível em: <https://www.marinelink.com/news/world-first-patrol-vessels-deploy-d-473164>. Acesso em: 16 maio 2021.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-400: Manual de Logística da Marinha**. 2. rev. Brasília, DF: EMA, 2003.

MENZEL, Ondra. **New shapes**: submarine components from the 3D printer, #engineered. [s.l.], 2019. Disponível em: <https://engineered.thyssenkrupp.com/en/new-shapes-submarine-components-from-the-3d-printer/>. Acesso em: 16 maio 2021.

MOREIRA, Otacílio; MACIEL, Carlos. **Gestão avançada da cadeia de suprimentos**: em busca de uma vantagem competitiva e sustentável. São Paulo: Nelpa, 2018.

NAVAL GROUP. **Naval Group équipe un navire de la Marine nationale d'une hélice issue de la fabrication additive**, 2021. Disponível em: <https://www.naval-group.com/fr/naval-group-equipe-un-navire-de-la-marine-nationale-dune-helice-issue-de-la-fabrication-additive>. Acesso em: 16 maio 2021.

NAVANTIA. **Navantia firma la Orden de Ejecución de las fragatas F110 con el Ministerio de Defensa**, 2019. Disponível em: <https://www.navantia.es/es/actualidad/notas-prensa/navantia-firma-la-orden-de-ejecucion-de-las-fragatas-f110-con-el-ministerio-de-defensa/>. Acesso em: 16 maio 2021.

REDWOOD, Ben; SCHÖFFER, Filemon; GARRET, Brian. **The 3D printing handbook**. Amsterdã: 3D Hubs B.V., 2017.

SEVENSON, Britney. U.S. Navy installs 3d printer on their first ship. **3D PRINTING.COM**, [s.l.], 2014. Disponível em: <https://3dprint.com/2554/uss-essex-3d-printer-navy/>. Acesso em: 16 maio 2021.

STEPHENS, Brent et al. **Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers**. Chicago: Illinois Institute of Technology, 2013.

SUPE, Gabriel. **Novel formulations and processing conditions to 3D print Cu alloys for naval applications**. Monterey: Naval Postgraduate School, 2019.

US DEPARTMENT OF DEFENSE. Defense Logistics Agency. **Fiscal Year 2021 Budget**: Defense-Wide Justification Book, v. 5, Washington, 2020.

ZADI-MAAD, Ahmad. The development of additive manufacturing technique for nickel-base alloys: a review. **AIP Conference Proceedings**, Yogyakarta: Yogyakarta University of Technology, 2018.

CONEXÃO EM HF ASSEGURADA, SOBRE TERRA, AR E MAR



**Tenha o sinal mais forte e mais claro,
a qualquer hora, em qualquer lugar.**

O Sistema HF Celular é uma rede avançada de alta frequência (HF) compatível com o protocolo ALE (Automatic Link Establishment) e permite a conexão direta a recursos navais, terrestres e aéreos. Ao integrar todas as estações de HF, o HF Celular pode conectar usuários de rádios móveis à estação com o sinal mais claro e mais forte – independentemente de tabelas ou distâncias predefinidas.

collinsaerospace.com

SISTEMA HF CELULAR

- Integração com rádios legados navais, terrestres e aéreos
- Rápida conexão com a Estação Rádio com melhor condição de propagação
- Redundância, pois o meio pode se conectar a qualquer Estação Rádio
- Informação de posição para os Centros de C2



Collins Aerospace

BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS A BORDO DE NAVIOS



Capitão de Corveta (T) **RODRIGO TIELLET OLIVEIRA B. DE MIRANDA**

Chefe do Departamento de Segurança – BNIC
Pós-Graduado em Treinamento Desportivo

Capitão-Tenente (T) **PEDRO MOREIRA TOURINHO**

Chefe do Departamento de Educação Física – CEFAN
Mestrando em Desempenho Humano Operacional

INTRODUÇÃO

Os benefícios potenciais do exercício físico, que é a forma planejada e controlada da atividade física, são bastante conhecidos pela grande maioria das pessoas, mas, infelizmente, apesar do conhecimento disponível, nem sempre a prática de exercícios físicos acontece de maneira adequada ou na quantidade mínima necessária. Mesmo cientes da importância de um estilo de vida saudável e ativo, muitas pessoas ainda negligenciam tais hábitos.

O exercício físico provoca uma série de modificações morfológicas, fisiológicas e psicológicas no corpo humano, e isto traz benefícios à saúde, ao bem-estar geral e garante uma eficiência funcional conhecida por aptidão física. A aptidão física relacionada à saúde é, pois, a própria aptidão para a vida, pois inclui elementos considerados fundamentais para uma vida ativa, com menos riscos de doenças hipocinéticas (obesidade, problemas articulares e musculares, doenças cardiovasculares etc.) e perspectiva de uma vida mais longa e autônoma.

Todos esses componentes são importantes e incluem os que mais estão relacionados ao exercício físico habitual: a aptidão cardiorrespiratória, a força/resistência muscular, a fle-

xibilidade e a composição corporal. A aptidão física tem sido referenciada como um atributo desejável e positivo à saúde e à qualidade de vida. Atividade física e aptidão física têm sido associadas ao bem-estar, à saúde e à qualidade de vida das pessoas em todas as faixas etárias, principalmente na meia e terceira idade, quando os riscos potenciais da inatividade se materializam, levando à perda precoce de vidas e de muitos anos de vida útil. A importância de uma ou outra forma de aptidão e seus componentes varia em função da idade, da condição geral de saúde e das necessidades e dos interesses pessoais.

Existem fortes evidências de que indivíduos ativos fisicamente têm expectativa ampliada de anos de vida produtiva e independente, e de que os custos relativos à saúde pública podem ser sensivelmente menores em populações mais ativas fisicamente. Para indivíduos como os militares em geral, percebe-se facilmente a importância da *performance* (desempenho motor) em suas vidas. A melhoria da aptidão física coopera para maior prontidão dos militares para o serviço, uma vez que os indivíduos aptos fisicamente são mais resistentes a doenças e se recuperam com mais rapidez de lesões do que pessoas inaptas fisicamente. Além disso, destaca-se que indivíduos aptos fisicamente têm melhores níveis de autoconfiança e motivação. No âmbito militar, devido às inúmeras

exigências da profissão, é imprescindível que o cuidado com a saúde, a adoção de um estilo de vida saudável e a preocupação com a qualidade de vida sejam considerados e estudados como forma de melhoria institucional.

No ambiente militar, as extensas jornadas de trabalho e problemas ergonômicos são comuns. Especificamente, na Marinha do Brasil (MB), grande parte dos militares embarcados em navios possui algumas características ocupacionais específicas, como o distanciamento das famílias durante viagens e comissões, permanecendo por longos períodos afastados do convívio social em dedicação total ao serviço, sendo que esses fatores podem influenciar negativamente o status de saúde dos indivíduos, podendo gerar tensão, ansiedade e problemas posturais. No cumprimento de sua missão, os navios realizam diversas operações e adestramentos para treinamento do seu pessoal. Além desses exercícios no mar, são contempladas ainda operações de caráter real, como: socorro e salvamento, patrulha naval, operações de paz da ONU (Organização das Nações Unidas), ações humanitárias, ações cívico-sociais, entre outras. Desse modo, durante o período das operações no mar, esses militares passam muitos dias, e até meses, fora de casa e afastados da vida social mais ampla, em um regime semelhante a um confinamento. É possível que a intensa rotina desses meios operativos impossibilite ou dificulte a prática de exercícios físicos recreativos ou do Treinamento Físico Militar (TFM). Outro fator que pode influenciar é o espaço reduzido ou inadequado para a prática de exercícios, o que pode gerar desmotivação e reduzida adesão à prática do TFM e, a longo prazo, a inatividade física e o sedentarismo, que são caracterizados pela diminuição ou falta da atividade física.

A inatividade física é definida como o não cumprimento das recomendações sobre atividade física para a saúde e é um dos principais fatores contribuintes para a mortalidade global. Estima-se que entre quatro e cinco milhões de mortes por ano poderiam ser evitadas se a população global fosse mais ativa. Estimativas globais de inatividade física indicam que, em 2016, 27,5% dos adultos e 81% dos adolescentes não al-

cançava as recomendações mínimas da Organização Mundial de Saúde publicadas em 2010, sobre acumular 150 minutos ou mais de atividades físicas moderadas ou vigorosas por semana. Já o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) recomenda, no mínimo, 30 minutos de atividade cardiorrespiratória moderada 5 vezes por semana, ou 20 minutos de atividade cardiorrespiratória intensa 3 vezes por semana, além disso recomenda, também, um trabalho de resistência/força e flexibilidade de duas vezes por semana. Segundo a OMS, o sedentarismo geraria gastos globais da ordem de US\$ 54 bilhões em assistência médica direta e US\$ 14 bilhões em perda de produtividade. Segundo o Guia sobre Condicionamento Físico, Nutrição Esportiva e Prevenção de Lesões do Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN), estima-se que, no Brasil, cerca de 47% da população são considerados sedentários de acordo com os critérios da OMS, e o sedentarismo é o quarto maior fator de risco de mortalidade. Ele perde apenas para doenças relacionadas ao aumento da pressão arterial; ao fumo; e à glicemia elevada. É responsável também por, pelo menos: 21% dos casos de tumores malignos na mama e no cólon; 27% dos registros de diabetes; e 30% das doenças cardíacas. Além dos problemas anteriormente citados, o sedentarismo também está relacionado com: obesidade, aumento do colesterol, atrofia muscular, aumento da pressão arterial, problemas articulares, problemas cardiovasculares (infarto ou AVC), diabetes tipo 2 e distúrbios do sono. Dessa forma, nota-se que a inatividade física, independentemente do método de classificação, é onerosa à economia da saúde em todo o mundo e diretamente responsável pelo alto gasto com medicamentos, internação hospitalar e consultas clínicas. Estudos mostram que quanto maior o nível de atividade física, menor uso e custo com medicamentos, consultas clínicas e hospitalizações. Especificamente no Brasil, ainda são escassos os estudos que investigaram as associações entre custos e inatividade física, porém estima-se que uma diminuição em 50% na inatividade física poderia reduzir os custos com medicamentos e internações relacionados a diabetes em 13%, e relacionados à hipertensão em 12%. No Brasil, a inatividade física se relaciona com 3 a 5% das principais doenças crônicas não transmissíveis e com 5,31% de mortes por todas as outras causas. Segundo dados da OMS, em 2010, estima-se que, se a inatividade física fosse diminuída em 25%, mais de 1,3 milhão de mortes precoces poderiam ser evitadas a cada ano no mundo.



BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS

A prática de exercícios físicos como o TFM provoca, naturalmente, diversas adaptações no funcionamento do organismo. Essas adaptações trazem benefícios para a saúde e propiciam condições para a eficiência do desempenho profissional. No que se refere aos benefícios no sistema cardiopulmonar, podem proporcionar: aumento da capacidade aeróbica máxima (VO₂), aumento do volume de ejeção, que é o lançamento no organismo de maior quantidade de sangue após cada contração; diminuição da frequência cardíaca em repouso e em exercícios submáximos, permitindo ao coração trabalhar menos, mantendo a eficiência devido ao aumento do volume de ejeção; diminuição da pressão arterial devido à menor resistência dos vasos à passagem do sangue e aumento da capacidade de consumir oxigênio, tornando o músculo mais resistente à fadiga; melhoria na prevenção e reabilitação de doenças crônicas, tais como: a hipertensão arterial e doenças pulmonares obstrutivas, diabetes etc., com a melhora do metabolismo da gordura, melhora do perfil lipídico, melhora na sensibilidade à insulina e como recurso de grande importância em programas de controle ou perda de peso.

No que se refere aos benefícios/efeitos fisiológicos no sistema neuromuscular, pode propiciar: aumento da massa muscular, força/resistência muscular; aumento das amplitudes articulares, acarretando maior flexibilidade; melhora do desempenho nas atividades laborais, recreativas e/ou desportivas; e fortalecimento dos ossos e tendões, capacitando o organismo a suportar maiores esforços com menor possibilidade de lesões desses tecidos.

Podem também ser observados efeitos na composição corporal com a redução da gordura corporal quando associada a uma dieta adequada e aumento da massa corporal magra.

Também tem sido demonstrado que uma vida ativa está relacionada à saúde mental positiva e ao bom humor dos praticantes, podendo desenvolver requisitos básicos e atributos da

área afetiva que, estimulados e aperfeiçoados, poderão atuar eficazmente no comportamento, exercendo papel fundamental na personalidade. Entre esses possíveis benefícios, temos a melhora da autoestima, a melhora da imagem corporal, a diminuição do estresse e da ansiedade, a melhora da tensão muscular e da insônia, a melhora das funções cognitivas e da socialização, o espírito de corpo, a autoconfiança, o equilíbrio emocional, a liderança, o autocontrole, o bem-estar, o vigor, as interações sociais positivas e a eficiência no trabalho. Pode atuar também na diminuição de cefaleias, hostilidades, fobias, erros no trabalho, raiva, abuso de álcool, ansiedade e depressão.

Entende-se que a condição física do militar é essencial para a manutenção da saúde, da eficiência em seu desempenho profissional e da funcionalidade em combate. A tomada de decisão diante de imprevistos e a segurança da própria vida dependem, em muitas situações, direta ou indiretamente, das qualidades físicas e morais adquiridas no TFM. Existem diretrizes na própria MB que orientam a prática de exercícios e tentam minimizar as suas dificuldades de execução em navios ou em ambientes com espaço reduzido, entre elas a CGCFN-108 (Normas sobre Treinamento Físico Militar e Testes de Avaliação Física na Marinha do Brasil), CGCFN-109 (Manual de Treinamento Funcional da Marinha do Brasil) e o Guia sobre Condicionamento Físico, Nutrição Esportiva e Prevenção de Lesões, todas disponíveis no site do CEFAN. Além disso, o CEFAN, OM orientadora técnica na área de Educação Física e Desportos (OMOT), dispõe do Programa de Orientação e Apoio ao TFM (PROA-TFM), com profissionais qualificados disponíveis para assessorar as diversas OM da MB no assunto TFM. As referidas publicações apresentam fundamentos científicos da Educação Física como base para o planejamento do TFM e definem e estabelecem os procedimentos do programa de TFM. Está previsto que ele deve ser diário ou, em condições excepcionais, no mínimo três vezes por semana. Para atingir a meta proposta pela OMS de no mínimo 150 minutos semanais, podem ser consideradas sessões com 30 minutos. Em navios com restrição de espaço e em viagem, podem ser realizados alguns tipos de exercícios, como, por exemplo:

- Exercícios de força estáticos ou isométricos;
- Exercícios de força dinâmicos – utilizando elásticos para diversos grupos musculares, visando a um trabalho de resistência e força muscular;
- Treinamento funcional – são exercícios de fácil execução e que podem ser realizados em espaço limitado e permitem estímulos mínimos na manutenção das valências físicas prioritárias de um programa de exercício físico que busque a saúde e a qualidade de vida;
- Treinamento suspenso – é um tipo de treinamento funcional em que se trabalha, basicamente, com o peso corporal, combinando estabilidade corporal e coordenação motora, utilizando o peso do próprio corpo, parcialmente suspenso em um único ponto de ancoragem por meio de um equipamento específico, realizando, assim, um trabalho de força e resistência muscular, flexibilidade e reabilitação;
- Exercícios dinâmicos com deslocamento reduzido – por exemplo, saltar corda, polichinelos, corrida estacionária, corrida elevando joelhos, marcha no mesmo local (marcar passo), subir e descer escadas, *burpees* e *climber*, que são exercícios que podem gerar um aumento da frequência cardíaca proporcionando um bom trabalho cardiovascular; e
- HIIT – *High-Intensity Interval Training* (Treinamento Intervalado em Alta Intensidade), que é a realização de exercícios em forma de circuito, de maneira intervalada e em intensidade alta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que a necessidade de treinamento físico nas Forças Armadas é inquestionável. Ao se analisarmos problemas mais comuns de saúde relacionados à inatividade física e ao sedentarismo, percebe-se que, no meio militar, essas complicações poderiam ser agravadas devido à demanda inerente à profissão ser maior do que no meio civil. O objetivo deve ser a manutenção de um bom condicionamento físico e a aptidão física para a saúde. Independentemente do tipo de atividade realizada, o TFM deve ser sempre orientado e praticado, mesmo sendo ele com espaço reduzido e em condições não usuais para a prática. Apesar de ter a prática dificultada devido ao local, o exercício físico a bordo é uma forma de manter-se saudável, prevenir problemas de saúde e evitar o absenteísmo, dessa forma, tentando minimizar os custos referentes a esses problemas. O TFM para os militares embarcados, além dos benefícios anteriormente citados, pode servir como válvula de escape nesse ambiente que pode apresentar desgaste emocional, aumento nos índices de estresse, além do sentimento de solidão e a distância familiar, servindo, assim,

como um meio de descontração/lazer, melhorando o relacionamento interpessoal, aumentando a disposição, a prontidão para o trabalho e a produtividade. As atividades devem ser realizadas de forma gradual e sistematizada, planejadas pelo militar responsável pelo TFM nos Navios e Organizações Militares (OM) de terra, junto ao Oficial de adestramento para proporcionar a manutenção preventiva da saúde do militar e para desenvolver e/ou manter sua condição física.

Nesse sentido, já é possível observar aumento da importância destinada ao TFM nas comissões operativas da Esquadra, como, por exemplo, ASPIRANTEX, ADEREX e durante as Comissões de Inspeção e Assessoria de Adestramento (CIASA) dos meios, onde o TFM está incluído no programa de eventos destas comissões e militares da especialidade de educação física orientam as atividades.

Por último, embora o TFM possa ser encarado como um incentivo ou “presente” para a tripulação em virtude dos imensuráveis benefícios gerados para quem o pratica, é muito importante ressaltar que o mesmo é uma das atividades de adestramento, tendo assim a mesma significância dos demais adestramentos previstos nos detalhes semanais de adestramento (DSA) dos Navios.

REFERÊNCIA:

- BIELEMANN, R.M.; KNUTH, A.G.; HALLAL, P.C. Atividade física e redução de custos por doenças crônicas ao Sistema Único de saúde, *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, Florianópolis, v. 15, n. 1, 2010.
- BUENO, D.R.; MARUCCI, M.F.N.; CODIGNO, J.S.; ROEDIGER, M.A. Os custos da inatividade física no mundo: estudo de revisão, *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 1001-1010, 2016.
- COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DO ESPORTE. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.
- EXÉRCITO BRASILEIRO. Estado-Maior do Exército. *Manual de Campanha: treinamento físico militar*. 4. ed. Brasília: Estado-Maior do Exército, 2015.
- MARINHA DO BRASIL. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGC-FN-108**: normas sobre Treinamento Físico Militar e Testes de Avaliação Física na Marinha do Brasil. Rio de Janeiro: CGCFN, 2020.
- MARINHA DO BRASIL. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGC-FN-109**: manual de treinamento funcional na Marinha do Brasil. Rio de Janeiro: CGCFN, 2020.
- MARINHA DO BRASIL. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **Guia sobre condicionamento físico, nutrição desportiva e prevenção de lesões da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro: CGCFN, 2020.
- NAHAS, M. V. *Atividade física, saúde e qualidade de vida*: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. 7. ed. Florianópolis: Ed. do Autor, 2017. 362 p.
- PALMA, A. Exercício físico e saúde; sedentarismo e doença: epidemia, causalidade e moralidade, *Motriz*, Rio Claro, v. 15, n. 1, p.185-191, jan./mar., 2009.
- QUANTITY and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Michigan, [2011].
- TEIXEIRA, C. S.; PEREIRA, E. F. Aptidão Física, idade e estado nutricional em militares. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, São Paulo, v. 94, n. 4, p. 438-443, abr. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066-782X2010000400002&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 30 abr. 2021.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour**. Genebra: WHO, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>. Acesso em: 30 abr. 2021.



O EMPREGO DO SISTEMA SONAR FOTOACÚSTICO AEROTRANSPORTADO (PASS) NA GUERRA ANTISSUBMARINO

FOTO: Caiafa Master / Marinha do Brasil
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

Capitão de Mar e Guerra (RM1) RICARDO JORGE CRUZ DE **ARAGÃO**

Instrutor da Divisão de Guerra Antissubmarino – CAAML
Aperfeiçoado em Armamento

“Se pudermos empregar a luz que se propaga facilmente na atmosfera e empregar o som que se propaga facilmente na água, teremos o melhor dos dois mundos.”
(FITZPATRICK, 2020)

INTRODUÇÃO

Por ser extremamente furtivo e operar em um ambiente com características físicas complexas como a água do mar, o submarino é um meio difícil de ser detectado. Assim, o emprego coordenado e conjunto de meios de superfície e aéreo é altamente desejável com vistas à sua neutralização.

O sensor clássico empregado na Guerra Antissubmarino (A/S) é o sonar, por meio do qual ondas sonoras são transmitidas e/ou recebidas por hidrofones/transdutores para a detecção, a classificação, o acompanhamento e o ataque a submarinos. Os desafios para execução de tais tarefas são cada vez maiores, uma vez que, nos últimos anos, o alcance dos torpedos do Sistema de Direção de Tiro (SDT), assim como dos sonares empregados pelos submarinos em modo passivo aumentou substancialmente. Como resultado, as táticas A/S mudaram, pois, em vez de realizarem ataques próximos à co-

bertura A/S, os submarinos passaram a se posicionar e lançar seu armamento a maiores distâncias.

Diante desse novo cenário, a já extensa área marítima a ser varrida, tanto pelos meios componentes da cobertura A/S, como por aqueles posicionados à vante dela (piquetes) aumentou substancialmente. Isso tem levado à necessidade de meios A/S capazes de cobrirem áreas maiores no menor espaço de tempo possível, visando impedir que submarinos se posicionem a longas distâncias em condições de colocar o Corpo Principal (CP) ao alcance do seu armamento.

Assim, os meios aéreos A/S, por disporem de capacidade de se deslocarem rapidamente e varrer extensas áreas em curto espaço de tempo, seriam as plataformas ideais nesse novo contexto. Entretanto, alguns obstáculos impedem que as aeronaves de asa rotativa A/S (He A/S) realizem varreduras de forma mais rápida, pois, por exemplo, precisam permane-

cer estáticas em uma área durante o emprego do Sonar de Profundidade Variável (VDS).

Entretanto, o advento de uma nova tecnologia conhecida como *Photoacoustic Airborne Sonar System* (PASS) pode mudar radicalmente esse cenário, uma vez que tende a diminuir substancialmente o tempo de varredura de áreas marítimas por meio dos He A/S.

A GUERRA A/S E O EMPREGO DOS MEIOS AÉREOS

Submarinos são conhecidos por sua elevada capacidade de dissuasão. A mera suspeita de sua existência operando no litoral é capaz de mobilizar grande quantidade de unidades de superfície e aéreas A/S visando à proteção do tráfego marítimo, assim como da esquadra, notadamente do Corpo Principal (CP). Entretanto, uma vez que o seu poder de dissuasão está calcado em sua capacidade de ocultação na massa líquida, o submarino somente realizará um ataque contra alvos considerados realmente importantes. Essa é a razão principal pela qual o submarino prioriza todas as suas ações no sentido de efetuar o ataque sobre o CP, uma vez que, lançado o torpedo, sua presença e sua posição aproximada serão reveladas. Em contrapartida, essa também é a razão pela qual a esquadra é disposta em uma formatura no sentido de proteger os navios do CP colocando-os no centro, enquanto uma cobertura A/S é disposta em torno daqueles meios.

Sendo assim, a missão das unidades de superfície e aérea envolvidas na guerra A/S é proteger o CP evitando, prioritariamente, que o submarino se aproxime ao ponto de colocá-lo ao alcance do seu armamento e, de forma secundária, localizá-lo e neutralizá-lo.

Nesse sentido, visando impedir a aproximação do submarino, são dispostas à vante da cobertura A/S, mais especificamente na chamada *look zone*, unidades de superfície A/S e He A/S (piquetes) realizando busca avançada por meio do VDS (*Variavel Depth Sonar*), juntamente com aeronaves de asa fixa (Ex P-3) que, por sua vez, realizam varreduras por meio de campos de sonoboias.

Empregadas dessa maneira, a tarefa das aeronaves A/S é fundamental, pois, atuando na “*look zone*”, podem detectar antecipadamente submarinos tanto visualmente na Cota Periscópica (CP) ou em profundidades maiores por meio do VDS ou por sonoboias.

Entretanto, por estar mais afastada do centro da formatura, a área marítima a ser varrida à vante da cobertura A/S possui grande dimensão. Se, por um lado, o tamanho da área não deveria ser um problema para os He A/S, uma vez que se deslocam a grande velocidade, por outro lado a necessi-

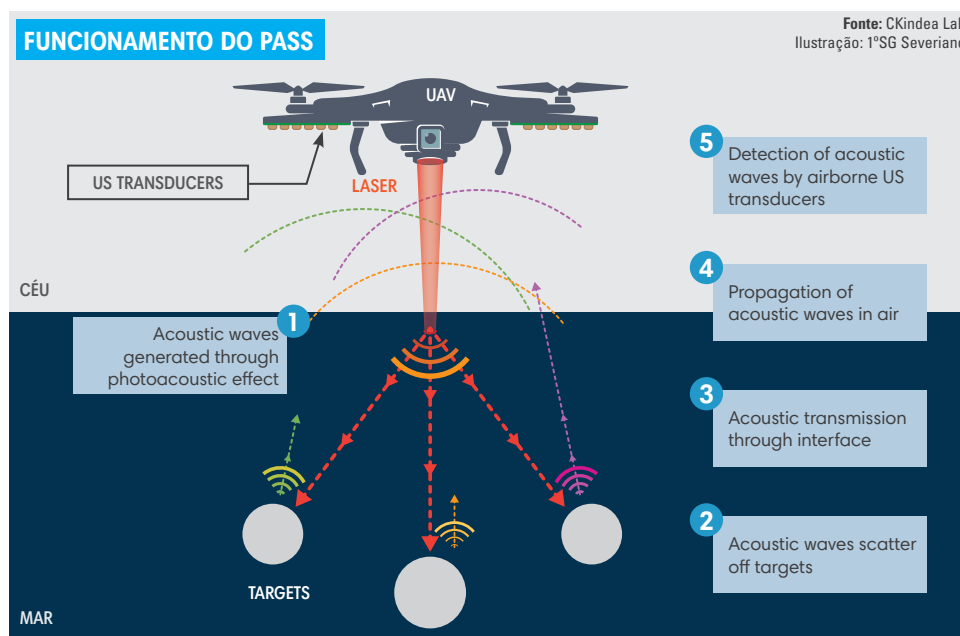
dade de permanecerem estáticos em uma posição durante o emprego do VDS reduz o tamanho da área que efetivamente pode ser varrida em determinado espaço de tempo. O resultado é que a probabilidade de detecção é substancialmente reduzida diante da imensa área à vante da cobertura na qual o submarino pode estar.

O ADVENTO DO SISTEMA SONAR PASS

Para solucionar esse problema, uma equipe da Universidade de Stanford, liderada por Aidan Fitzpatrick, está desenvolvendo nova tecnologia chamada *Photoacoustic Airborne Sonar System* (ou Sistema Sonar Fotoacústico Aerotransportado – PASS). Seu princípio se baseia no efeito fotoacústico, descoberto pela primeira vez por Alexander Graham Bell no final dos anos 1800, que ocorre quando a luz, ao ser absorvida por um objeto, provoca uma expansão térmica. Como resultado, o objeto emite ondas sonoras (ultrassom) que podem ser detectadas por um transdutor.



Usando esse princípio, o PASS, a partir de uma aeronave, dispara um laser sobre a água do mar provocando uma expansão térmica em sua superfície que, por sua vez, produz ondas sonoras que se espalham na massa líquida. Essas ondas sonoras se comportam de forma similar às ondas produzidas por hidrofones, sendo que, após refletirem em objetos na massa líquida, retornam à superfície da água do mar e continuam a se propagar pelo ar até serem detectadas pelos transdutores do PASS.



outro lado a grande dimensão da área a ser varrida dificulta a sua localização. Além disso, o emprego do VDS exige que os He A/S permaneçam estáticos em uma posição durante o seu uso, o que restringe o tamanho da área efetivamente varrida.

Na guerra A/S atual, é de grande importância a detecção de submarinos na *look zone*, pois é nessa região à vante da cobertura além da linha do horizonte que esses meios iniciam a aproximação em relação à FT inimiga, aprimoram a solução de tiro e efetuam o lançamento do seu armamento.

Pelas razões expostas acima, a incorporação do PASS nos He A/S seria de grande importância, pois aumentaria o tamanho da área varrida em um menor espaço de tempo ao aliar a sua grande mobilidade sem a necessidade de permanecer estático em uma área, como ocorre quando empregado o VDS. Como resultado, a probabilidade de detecção de submarinos na *look zone* pelos He A/S empregados como piquetes aumentaria substancialmente.

PERSPECTIVAS FUTURAS DE EMPREGO DOS MEIOS A/S COM O SISTEMA SONAR PASS

No cenário atual da guerra A/S, os engajamentos estão sendo realizados além da cobertura A/S, o que torna vital a detecção antecipada de submarinos na *look zone*. Sendo uma área imensa a ser varrida, é primordial o emprego de aeronaves A/S como piquetes além das unidades de superfície. Desse modo, fica claro que a entrada do sistema sonar PASS será grande avanço no sentido de aumentar a probabilidade de detecção de submarinos antes que estes consigam se posicionar para realizar o ataque.

Essa probabilidade pode ser maior ainda caso o PASS seja empregado em UAVs *Unmanned Aerial (Vehicle)*, ou seja, Veículos Aéreos não Tripulados, como já aventado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan).

Em um estudo recente (2018), o *Combined Joint Operations from the Sea Centre of Excellence* (CJOS COE) da OTAN vislumbrou que Sistemas Marítimos não Tripulados (MUS – *Maritime Unmanned System*), mais especificamente os UAV, poderiam ser empregados na guerra A/S à vante da cobertura.

Embora nesse processo haja grande perda de energia – (90%) da onda eletromagnética produzida pelo laser, quando da transição do ar para a massa líquida – ainda sim o valor remanescente é maior do que o proveniente de transdutores na atmosfera. Essa energia remanescente ainda é suficiente para sensibilizar os transdutores do PASS que possuem, acoplados a eles, componentes eletrônicos (chip) com softwares que transformam o sinal recebido em imagens tridimensionais dos objetos captados na água. Além disso, o PASS também possui algoritmos que corrigem a alteração da direção dos raios sonoros ocasionada pela refração resultante da mudança de densidade entre a água e o ar (lei de Snell).

Essa técnica revolucionária está em fase experimental, porém os testes têm-se mostrado promissores e suas perspectivas de uso em nível comercial, a médio prazo, são muito boas.

O EMPREGO DO SISTEMA SONAR PASS NA GUERRA A/S

Uma vez que o PASS é operado a partir da superfície, seu emprego é indicado para uso a bordo de aeronaves A/S, mais especificamente para os He. Em se concretizando o seu uso comercial, o emprego do PASS aumentará substancialmente a dimensão da área marítima que poderá ser varrida pelos He A/S, notadamente à vante da cobertura A/S.

Nessa imensa área, onde se encontra a *look zone*, o submarino tende a operar na Cota Periscópica (CP), a fim de maximizar a possibilidade de detecção da Força-Tarefa inimiga por meio de varreduras visual (periscópio), radar e mage. Se, por um lado, nessa condição (CP), a probabilidade de detecção do submarino, principalmente pelos He A/S, seja maior, por

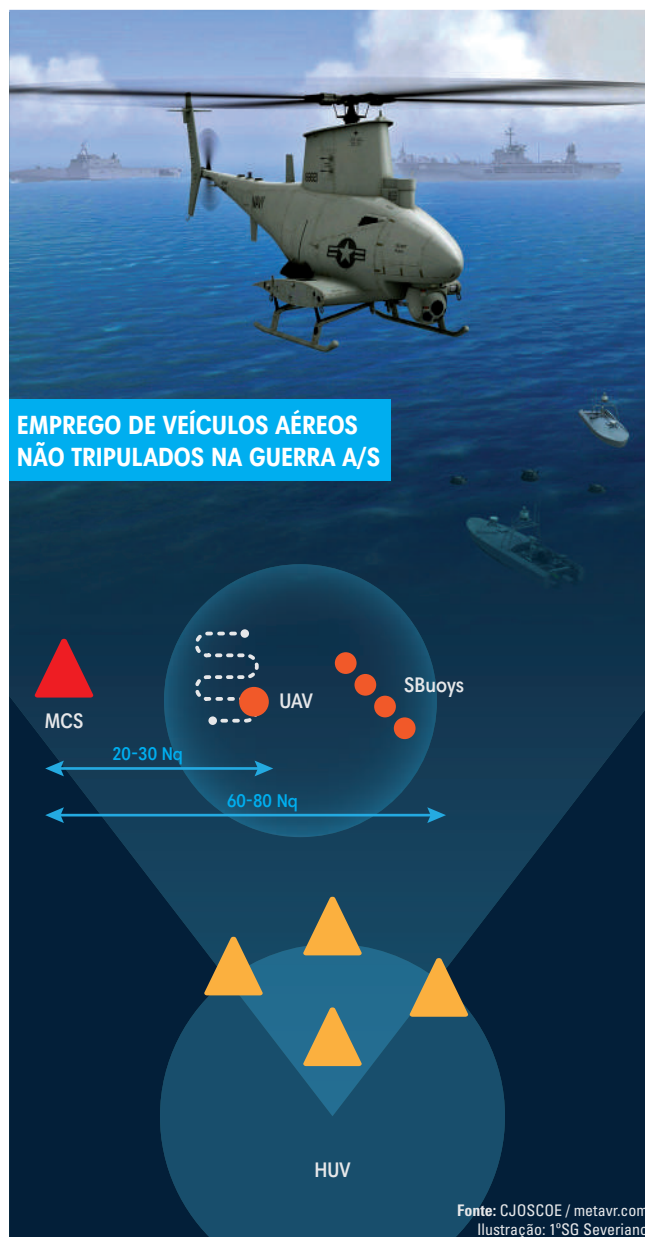
Devido ao avanço da tecnologia, segundo a Otan, até 2025, a confiabilidade dos UAV A/S atingirá nível que permitirá o emprego militar desses meios, os quais, caso sejam dotados do Sistema Sonar PASS, poderão, juntamente com os HE A/S, levar a um outro patamar a guerra A/S em favor das unidades de superfície.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que a tecnologia avança, os cenários da guerra naval tendem a mudar radicalmente. No caso da Guerra Antissubmarino, as novas tecnologias estão levando o *front* cada vez mais para longe do CP e da cobertura A/S, mais especificamente para a chamada *look zone*, ou seja, além da linha do horizonte. Se, por um lado, o aumento do alcance dos torpedos – da melhor performance do SDT, assim como dos sensores do submarino, como o *flank* e *towed array* – deram aos submarinos a possibilidade de realizarem ataques a longas distâncias, por outro lado o aumento do alcance e da confiabilidade dos sonares dos meios de superfície, tais como VDS e *towed array*, têm tornado cada vez mais arriscado ao submarino sua aproximação da cobertura A/S.

Isso tem levado os meios A/S a realizarem varreduras contra submarinos em áreas cada vez mais distantes e, consequentemente, com dimensões maiores. Tal mudança demonstra a necessidade do acompanhamento das inovações tecnológicas e suas aplicações na Guerra naval, pois isso impacta diretamente na adequação dos meios ao novo cenário e nas necessárias mudanças da tática naval, mais especificamente na Guerra A/S.

Nesse novo contexto, o emprego do PASS a bordo dos He A/S e UAVs será de grande valia pela sua capacidade de varrer de forma eficiente uma grande área, como a *look zone*, em curto espaço de tempo, redundando em maior e efetiva proteção avançada ao CP contra submarinos.



REFERÊNCIA:

COMBINED JOINT OPERATIONS FROM THE SEA. **Maritime unmanned systems in ASW**. Washington: CJOSCOE, 2018. Disponível em: <http://www.cjoscoe.org/infosite/wp-content/uploads/2018/03/CJOS-COE-Maritime-Unmanned-Systems-in-ASW.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

FITZPATRICK, Aidan; SINGHVI, Ajay; ARBABIAN, Amin. An airborne sonar system for underwater remote sensing and imaging. **IEEE Access**, Nova Iorque, v. 8, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9228880>. Acesso em: 20 abr. 2021.

HAMBLING, David. New sonar sees underwater from the air, promising to transform anti-submarine warfare. **Forbes**, Nova Iorque, 2021. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2021/02/04/new-sonar-sees-underwater-from-aircraft/?sh=6ad9ace769eb>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MALKA, Advait. This sonar system could reveal the secrets of the ocean's floors. **Tech Talkers**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://medium.com/techtalkers/this-sonar-system-could-reveal-the-secrets-of-the-oceans-floors-62ade536797b>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Guerra Eletrônica da Marinha. **Sinopse de guerra acústica e de guerra eletrônica**. Rio de Janeiro: CGAEM, 2021. Disponível em: <http://cgaem.mb/cgaem/arquivos/sinopse/Sinopse%20Fev2021.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

NEW photoacoustic airborne sonar system helps image underwater objects. **Azosensors**, [Nova Iorque], 2020. Disponível em: <https://www.azosensors.com/news.aspx?newsID=14221>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SAKHARKAR, Ashwini. The photoacoustic airborne sonar system for aerial underwater surveys. **Inceptive Mind**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.inceptivemind.com/photoacoustic-airborne-sonar-system-aerial-underwater-surveys/16484/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

THAN, Ker. Stanford engineers combine light and sound to see underwater. **Stanford News**, Stanford, 2020. Disponível em: <https://news.stanford.edu/2020/11/30/combining-light-sound-see-underwater/>. Acesso em: 20 abr. 2021.



TILT TEST ELETRÔNICO

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM PROVEITO DO CICLO DE ALINHAMENTO DAS ARMAS E SENSORES

FOTO: CASOP / Marinha do Brasil
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

Capitão de Mar e Guerra (RM1) **CESAR AUGUSTO** PINTO CRUZ
Capitão de Fragata **ROMAR** PINTO VARGAS
Capitão de Fragata (RM1) **EDUARDO RAPOSO**
Capitão de Fragata (EN-RM1) **RUBENS** CARLOS OLIVEIRA SILVA
Capitão-Tenente **JOÃO RICARDO** DE SOUZA SANTOS DA SILVA
Oficiais do Centro de Apoio a Sistemas Operativos – CASOP

INTRODUÇÃO

O Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP) possui, entre suas atribuições, as tarefas de apoiar, supervisionar e assessorar as atividades de alinhamento e diagnose de avarias de Sistemas Operativos, bem como operar e manter os recursos operacionais destinados à aferição do desempenho e ao adestramento de meios. Assim, sendo responsável pela homologação do Ciclo de Alinhamento, contribui para o aprestamento dos meios operativos incorporados à Marinha do Brasil.

Todos os navios escoltas da Esquadra, para se apresentarem plenamente operativos, são submetidos a um Ciclo de Alinhamento que tem por finalidade realizar as aferições e os alinhamentos de armamentos e sensores.

O referido Ciclo é composto por três fases, sendo a primeira com o navio docado, a segunda no porto e a terceira sendo realizada no mar. Durante esse Ciclo, são executadas as atividades de verificação da inclinação das bases dos sensores

e armamentos, conhecida como *Tilt Test*, o alinhamento mecânico e o alinhamento elétrico desses equipamentos.

Mais especificamente, o *Tilt Test* consiste em realizar as medidas das inclinações das bases dos referidos sensores e armamentos em relação aos planos de referência do navio e calcular os valores de correção que anulem as diferenças de inclinações. Essas correções podem ser aplicadas diretamente nas instalações ou introduzidas no programa operacional do sistema de armas.

Inicialmente, o Tilt Test era realizado com a instalação de inclinômetros de bolha nas bases dos equipamentos e em um plano de referência (Figura 1), com a finalidade de avaliar a diferença angular entre as bases e esse plano comum (Figura 2).

A utilização desse tipo de equipamento exige condições especiais de docagem, com o uso de escoras (Figura 3) e a redução de trânsito a bordo considerando a realização da verificação no período noturno para reduzir influências

FIGURA 1



Inclinômetro de bolha.

FIGURA 2

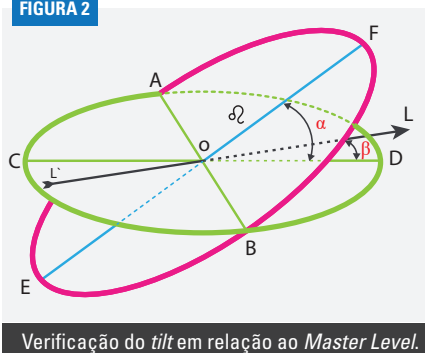
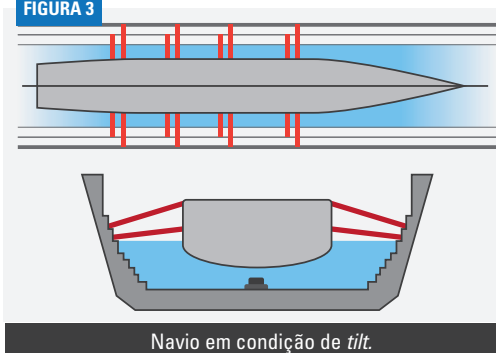
Verificação do *tilt* em relação ao *Master Level*.

FIGURA 3

Navio em condição de *tilt*.

externas, como as dilatações das chapas metálicas do navio por conta do calor diurno e as vibrações oriundas das movimentações a bordo que impactam no comportamento dos clinômetros durante as medições. Nessas condições, faz-se necessário realizar a leitura e o registro das variações da posição das bolhas de cada clinômetro instalado, gerando um dado para cada uma das 36 marcações relativas de um sensor ou armamento.

O PROJETO DO *TILT TEST* ELETRÔNICO

Nesse contexto, o CASOP vislumbrou a possibilidade de desenvolver um sistema que permitisse efetuar as leituras enfocadas no item anterior, utilizando sensores inclinômetros eletrônicos e um programa computacional capaz de ler e registrar os dados dos sensores em cada marcação, além de realizar os cálculos para obtenção dos valores de correção a serem inseridos no sistema de armas.

Para o desenvolvimento do Sistema de *Tilt Test* Eletrônico, foi estabelecido um projeto dividido em fases, a fim de possibilitar a obtenção de dados com uma qualidade superior ao inclinômetro de bolha, a partir de um inclinômetro eletrônico. Tais fases consistiram de Definição de Requisitos, Testes de Viabilidade, Pesquisa de Material, Prova de Conceito, Prototipagem, Desenvolvimento, Implantação e Homologação.

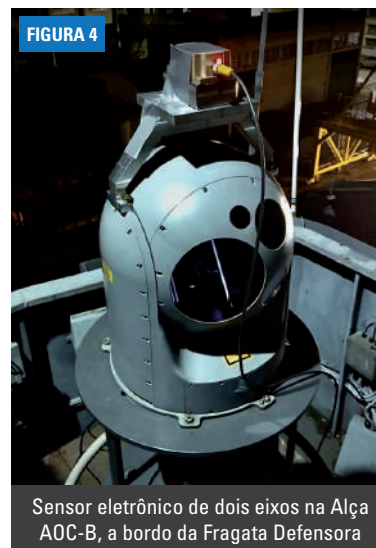
Na Definição de Requisitos, foram levantados os requisitos funcionais e não funcionais para o sistema, incluindo a possibilidade de melhoria na metodologia de obtenção dos valores de inclinação das bases – como a leitura desses valores com o navio atracado, de automatização do processo de verificação e produção de gráficos e valores de resposta.

Para atender os requisitos já definidos, foi vislumbrada a substituição dos inclinômetros de bolha por sensores inclinômetros eletrônicos comerciais, com as características necessárias para fornecimento dos dados conforme os Testes de Viabilidade.

Como recurso inicial, foram utilizados sensores inclinômetros de 1 eixo, em que dois desses inclinômetros eram

utilizados para medir a inclinação do plano da base de roletes de um equipamento. Com o avanço do desenvolvimento do projeto, o sensor de dois eixos (Figura 4) foi inserido como evolução técnica do sistema, passando a inclinação do plano a ser medida somente com um sensor.

Com o objetivo de verificar a viabilidade de obtenção dos valores de *tilt* com o navio flutuando, foram realizados Testes de Viabilidade por meio de simulações que comprovaram a possibilidade de se anular o balanço e o caturro do navio nas leituras dos sensores, evitando que essas componentes influenciassem no resultado do *Tilt Test*.



Sensor eletrônico de dois eixos na Alça AOC-B, a bordo da Fragata Defensora

Para a leitura e cálculo dos valores obtidos pelos sensores, foram desenvolvidas, ao longo do projeto, duas versões de software para o sistema. Aversão inicial operou tanto com os sensores de um eixo, quanto com os de dois eixos e atendeu à fase de Prova de Conceito, estabelecendo modelagem matemática para o referido cálculo. Uma segunda versão foi desenvolvida para ampliar a capacidade de leitura de sensores pela unidade de processamento e seu respectivo software, a fim de melhorar a modelagem matemática inicial e simplificar a interface homem-máquina.

A fase de Desenvolvimento do *Tilt Test* Eletrônico ocorreu gradualmente à medida que o sistema foi sendo aperfeiçoado, no período de 2011 a 2020. Todos os resultados obtidos foram condensados em um Relatório Técnico específico, o qual foi encaminhado à Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha (DSAM), que homologou do novo sistema para utilização na Marinha do Brasil.

FIGURA 5

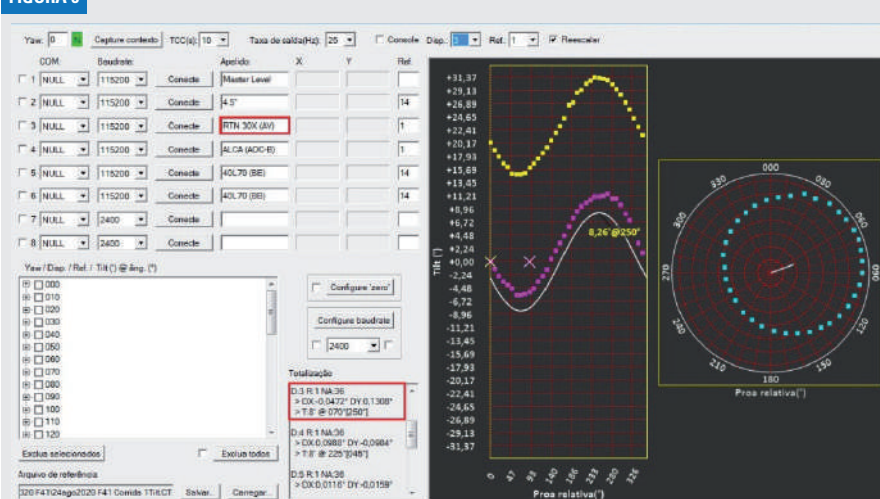


Descrição do Sistema

O Sistema de *Tilt Test* Eletrônico é composto por oito sensores inclinômetros de dois eixos ortogonais, visando à medição da inclinação das bases e uma Unidade de Processamento (UP) (Figura 5) que processa as leituras de 36 marcações relativas realizando o cálculo para obtenção dos valores de correções a serem inseridos no sistema de armas.

Os sensores inclinômetros eletrônicos possuem a finalidade de realizar as medições das variações angulares que ocorrem na base dos equipamentos de bordo para serem comparados com o plano de referência do *Master Level Datum* ou da Alça Optrônica, quando utilizada como fonte de referência no modo secundário. Sendo capaz de realizar leituras de oito sensores inclinômetros, simultaneamente, registram 3.000 dados/min por sensor e realizam cálculos simultâneos para esses dois tipos de referências – o sistema otimiza a leitura completa de todos os sensores e armamentos do navio.

FIGURA 6



Após tratamento estatístico dos dados obtidos pelos sensores, o sistema calcula o ponto alto de inclinação da base em relação a uma referência (Figura 6), gerando os dados de inserção no sistema de armas para a correção da deformação observada.

Vantagens e Ganhos do *Tilt Test* Eletrônico

Com o desenvolvimento dessa ferramenta e sua subsequente homologação, o processo de verificação do *Tilt Test* no Ciclo de Alinhamento foi otimizado, ainda que persista a necessidade de o navio entrar no dique, devido à sequência do Ciclo, para a realização do alinhamento mecânico.

Contudo, no novo sistema, os levantamentos são mais expeditos e precisos, o que diminui o tempo de docagem, trazendo-se em economia de recursos de alguns milhares de reais por dia. Além disso, a ferramenta possibilita também a verificação do *Tilt Test* com o navio atracado para efeito de acompanhamento de quaisquer deformações do casco ocorridas que possam impactar nos valores a serem inseridos no sistema de armas.

Perspectivas em relação ao Sistema

No Projeto do *Tilt Test* Eletrônico, há a perspectiva de utilizar o Sistema para verificar a verticalidade das agulhas giroscópicas e realizar a varredura do horizonte. Vislumbra-se que a verificação da verticalidade das agulhas giroscópicas poderá ser atendida por meio da medição do sensor eletrônico instalado no *Master Level* como referência e sua comparação com os valores de pitch e roll extraídos da agulha giroscópica. Esta funcionalidade está sendo estudada em conjunto pelo CASOP e pelo Centro de Manutenção de Sistemas (CMS), e

a implementação com o navio atracado possibilitará ao CMS inserir prévia de correções diretamente na agulha giroscópica, como preparação para a varredura do horizonte a ser realizada em alto mar, minimizando a quantidade de vezes que o navio necessita se deslocar para o oceano, trazendo significativa economia para a Marinha do Brasil.

Outra perspectiva de evolução do sistema diz respeito ao desenvolvimento de um horizonte artificial, possibilitando a realização da varredura do horizonte em condições meteorológicas desfavoráveis que degradem o horizonte real. Tal funcionalidade depende do desenvolvimento de um horizonte artificial em realidade aumentada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na utilização do sistema de *Tilt Test* Eletrônico demonstraram capacidade maior de medição e precisão em relação à metodologia convencional, eliminando erros de paralaxe da inferência humana, reduzindo os custos de docagem pela redução no tempo de medições.

O Sistema dispensa a necessidade de docagem para efetuar o acompanhamento do comportamento mecânico das bases de roletes dos equipamentos ao longo da vida operativa de cada meio, avaliando as deformações de casco e suas consequências sobre essas bases de forma mais efetiva.

A implementação da verificação da verticalidade das agulhas giroscópicas no porto permitirá ao Sistema de *Tilt Test* Eletrônico reduzir a quantidade de deslocamentos dos navios para o mar, necessários de acordo com a metodologia atual, gerando economia de recursos relevante para a Marinha do Brasil.

O incremento dessa funcionalidade, somado ao desenvolvimento do horizonte artificial em realidade aumentada, gerará uma evolução considerável do sistema, induzindo à alteração de sua denominação para Sistema Eletrônico de Alinhamento e Medidas de Ângulos (SEAMA), que representará melhor as funcionalidades dessa inovação tecnológica desenvolvida pelo CASOP.

REFERÊNCIA:

MARINHA DO BRASIL. Centro de Apoio a Sistemas Operativos. **RT-10-02-0420R**: relatório para homologação do projeto de automação das medidas dos ângulos de tilt test. Niterói: CASOP, 2020.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha. **DSAM-PR-C-TILT-409-338**: homologação do projeto de automação de medidas de ângulos de tilt test. Rio de Janeiro: DSAM, 2020.

MARINHA DO BRASIL. Instituto de Pesquisas da Marinha. **INSPEQ-REL-NA-VIOS-097-001-00**: análise de resultados dos testes dos inclinômetros T7 do Centro de Apoio a Sistemas Operativos. Rio de Janeiro: IpqM, 2015.

MATHWORKS. Polyfit. **Help Center**, [s.l.], [201-?]. Disponível em: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/polyfit.html>. Acesso em: 25 out. 2019.

MATHWORKS. Polyval. **Help Center**, [s.l.], [201-?]. Disponível em: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/polyval.html>. Acesso em: 25 out. 2019.

Operando o sistema *TILT TEST* Eletrônico com CMS



PRÊMIO CONTATO 2020/2021 CNTM

PRIMEIRO
ESQUADRÃO DE
ESCOLTA



F43

F Liberal
1811 contatos

PRIMEIRO
ESQUADRÃO
DE APOIO



G23

NT Gastão Motta
11 contatos

ESQUADRÃO DE
HELICÓPTEROS



HELIAS

EsqHs-1
1 contato

COMUNICAÇÕES EM ALTA FREQUÊNCIA (HF): BANDA LARGA – UMA NOVA REALIDADE

Capitão de Mar e Guerra (RM1-EN) **MARCELO JORGE DE ASSIS MOTTA**

Gerente de Marketing para América Latina - Collins Aerospace
Pós-graduação em Análise de Sistemas e Mestre em Engenharia Elétrica

FOTO: Collins Aerospace

INTRODUÇÃO

Sistemas rádio de alta frequência têm sido usados para a transmissão de dados há anos. A recente introdução de formas de onda que utilizam larguras de banda muito maiores que as tradicionais 3 kHz representa mudança significativa no potencial de transmissão de grandes quantidades de dados.

Nos últimos anos, as ameaças decorrentes de Ambientes de Acesso Satelital Negado, a falta de cobertura ou indisponibilidade de comunicação satelital em determinadas regiões do planeta, combinadas, em alguns casos, com as despesas associadas a serviços comerciais de satélite, levaram à necessidade de maior taxa de transferência de dados em alternativas não satelitais para comunicações além da linha de visão (BLOS – *beyond line of sight*). Além dos rádios de HF, alternativas de comunicações BLOS incluem sistemas de *relay High Altitude Platform* (HAP), fibra óptica, micro-ondas e sistemas de comunicações baseados na utilização da troposfera.

HF de banda larga é um sistema BLOS alternativo extremamente econômico, quando se consideram os custos totais do ciclo de vida. Além disso, pode ser facilmente implantado em praticamente qualquer região remota e sem infraestrutura de telecomunicações, proporcionando comunicação confiável e segura de longo alcance. É a solução ideal para comunicações ponto a ponto de longa distância, devido à sua alta taxa de transmissão de dados.

HF de banda larga é uma tecnologia emergente que utiliza o espectro HF para o transporte de dados a longas distâncias, além da linha de visada, aumentando a taxa de transferência de dados em até 25 vezes em relação às taxas alcançadas pelos melhores sistemas convencionais de dados de rádio HF, de 3 kHz de banda. O aumento da taxa de transferência de dados de HF permite, por exemplo, o envio de imagens de grande tamanho para locais além da linha de visão em até 90% menos tempo do que os sistemas de HF atuais.

Trabalhando com outras empresas e dentro do processo de Padrões Militares dos EUA, a Collins Aerospace ajudou a definir o HF de banda larga em atualizações recentes das normas MIL-STD-188-110D Apêndice D (forma de onda do modem de HF de banda larga) e MIL-STD-188-141D (Estabelecimento Automático de Link – *Automatic Link Establishment* (ALE) – em HF). Nos últimos anos, vários testes conduzidos pela Collins Aerospace, órgãos de pesquisa e organizações governamentais em todo o mundo mostraram a utilidade das formas de onda de HF de banda larga.

A Collins Aerospace continua a desenvolver soluções que suportam formas de onda de HF de banda larga, desde componentes individuais até sistemas integrados, dependendo da necessidade do cliente. A arquitetura é adaptável e escalonável para se adequar a uma ampla gama de tamanhos de sistema com operação de 1,5 a 30 MHz e potência de 1 kW ou 5 kW.

FORMAS DE ONDA DE BANDA LARGA HF – TAXAS DE DADOS E COMPARAÇÃO COM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO POR SATÉLITE

A tabela ao lado descreve as taxas de dados em bits por segundo (bps) e os tipos de modulação para cada largura de banda definida. A primeira linha na figura designa as larguras de banda HF definidas; a primeira coluna à esquerda define os tipos de formas de onda.

Taxas de dados (bps) em função da largura de banda definida, de acordo com a MIL-STD-188-110D

Wave Form ID	Min SNR	3 kHz	6 kHz	9 kHz	12 kHz	15 kHz	18 kHz	21 kHz	24 kHz	30 kHz	36 kHz	42 kHz	48 kHz
Walsh	-8	75	150	300	300	300	600	300	600	600	1,200	1,200	1,200
2PSK	0	150	300	600	600	600	1,200	600	1,200	1,200	2,400	2,400	2,400
2PSK	2	300	600	1,200	1,200	1,200	2,400	1,200	2,400	2,400	4,800	4,800	4,800
2PSK	5	600	1,200	2,400	2,400	2,400	4,800	2,400	4,800	4,800	9,600	9,600	9,600
2PSK	7	1,200	2,400	-	4,800	4,800	-	4,800	9,600	9,600	12,800	14,400	16,000
2PSK	8	1,600	3,200	4,800	6,400	8,000	9,600	9,600	12,800	16,000	19,200	19,200	24,000
4PSK(a)	9	2,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4PSK(b)	11	3,200	6,400	9,600	12,800	16,000	19,200	19,200	25,600	32,000	38,400	38,400	48,000
8PSK	14	4,800	9,600	14,400	19,200	24,000	28,800	28,800	38,400	48,000	57,600	57,600	72,000
16QAM	17	6,400	12,800	19,200	25,600	32,000	38,400	38,400	51,200	64,000	76,800	76,800	96,000
32QAM	20	8,000	16,000	24,000	32,000	40,000	48,000	48,000	64,000	80,000	96,000	96,000	120,000
64QAM(1)	23	9,600	19,200	28,800	38,400	48,000	57,600	57,600	76,800	96,000	115,200	115,200	144,000
64QAM(2)	25	12,000	24,000	36,000	48,000	57,600	72,000	76,800	96,000	120,000	144,000	160,000	192,000
256QAM	28	16,000	32,000	48,000	64,000	76,800	90,000	115,200	120,000	160,000	192,000	192,000	240,000

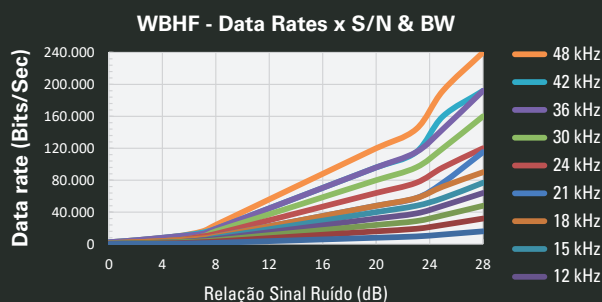
Fonte: MIL-STD-188-110D

Pode-se notar que, à medida que a largura de banda aumenta, a modulação utilizada também muda, e a consequência é o aumento da taxa de dados, que pode chegar a 240 kbps para largura de banda de 48 kHz e esquema de modulação 256 QAM.

A figura 1 mostra como o aumento da largura de banda fornece aumento consequente da taxa de dados para qualquer relação Sinal / Ruído (S/R). Verifica-se, também, que, à medida que a largura de banda aumenta, mais ruído é adicionado ao sinal de recepção. Considerando a largura de banda e o aumento do ruído, as taxas de dados resultantes em um link dependem das condições reais do canal de propagação e do ruído local nos sites. No entanto, normalmente, nota-se aumento na taxa de dados, conforme mostrado na figura.

O aumento da taxa de transferência de dados em HF oferece a oportunidade de se transmitirem grandes cargas úteis de dados de baixa prioridade sobre redes de comunicação BLOS, quando os serviços SATCOM não estão disponíveis (como no caso dos sistemas de banda Ku na região amazônica, onde chove com frequência) ou reduzindo a demanda de circuitos SATCOM, diminuindo as despesas de utilização do segmento espacial.

Figura 1 – As taxas de dados (bps) aumentam como consequência do aumento da largura de banda para qualquer razão Sinal/Ruído (S/N)



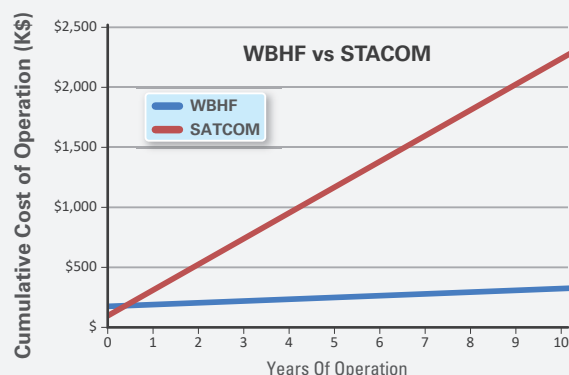
Fonte: Collins Aerospace

A figura 2 fornece uma comparação ilustrativa de custo operacional entre o HF de banda larga e o sistema SATCOM equivalente. Ambas as soluções demandam investimento inicial para implantação, mas comunicações de banda larga em HF não requerem despesas mensais regulares de utilização, sendo mais baratas a longo prazo.

ESTABELECIMENTO DE LINK AUTOMÁTICO DE QUARTA GERAÇÃO (ALE 4G)

O desenvolvimento de formas de onda de HF de banda larga resultou na necessidade de um sistema ALE de quarta geração para oferecer suporte a esses novos recursos. O ALE para sistemas de HF de banda larga precisa levar em conta a possibilidade de usar canais de largura de banda variada, deve ser capaz de selecionar o melhor canal disponível com base na possibilidade de ajustar a frequência da portadora e usar um canal menor que a largura de banda máxima permitida, dentro da faixa espectral alocada. O ALE para um sistema de HF de banda larga deve também incorporar todas as funcionalidades encontradas nos sistemas ALE das gerações anteriores, sendo os principais problemas do projeto tratados nos protocolos de configuração de link. A filosofia de projeto do ALE do HF de banda larga tem sido usar sinais baseados na

Figura 2 – Custos operacionais: HF de banda larga x SATCOM

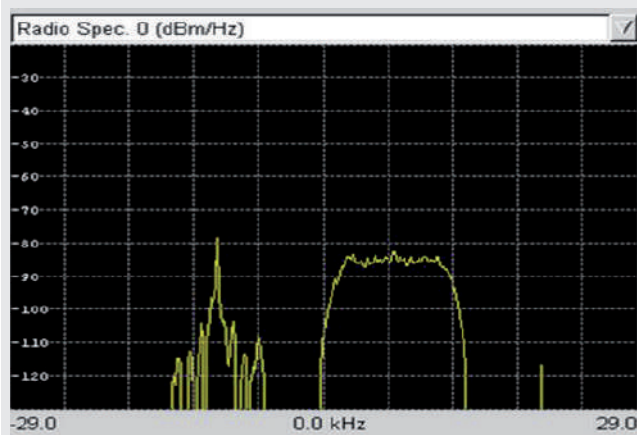


Fonte: Collins Aerospace

forma de onda de 3 kHz de banda larga do Apêndice D para realizar a função de chamada, enquanto o receptor monitora a largura de banda disponível.

A deficiência óbvia de se usar um ALE de geração anterior para configurar uma chamada para um link de banda larga HF é que o ALE de 3 kHz foi projetado para escolher uma frequência e configurar um link de 3 kHz, ou seja, de banda estreita. Na ausência de qualquer interferência, com a propagação sendo a única consideração, a melhor frequência de 3 kHz corresponderá a melhor frequência de banda larga. Quando a interferência é considerada, em muitos casos, o ambiente de interferência fora da frequência de conexão de 3 kHz será fator determinante da melhor frequência utilizável para tráfego de banda larga. A forma de onda do Apêndice D foi projetada para permitir o uso de larguras de banda em qualquer múltiplo inteiro de 3 kHz a 24 kHz. Um HF ALE de banda larga deve ser capaz de determinar a ocupação de frequências candidatas. Se a alocação de um usuário permitir que eles transmitam em qualquer lugar dentro de um intervalo de 24 kHz, o ALE avaliaria todo o intervalo de 24 kHz. Se houver interferências, o ALE deve selecionar o maior intervalo livre de interferências para a forma de onda do tráfego. Isso é ilustrado na figura abaixo, uma forma de onda de 12 kHz foi inserida no espectro livre entre dois interferentes potenciais.

Figura 3 – Uma forma de onda de tráfego de 12 kHz foi inserida no espectro livre entre dois sinais interferentes



Fonte: Collins Aerospace

A evolução dos padrões de ALE para HF varia desde o ALE 2G (segunda geração), passando pelo ALE 3G (terceira geração), para transporte tático de dados em ambientes congestionados, até o ALE 4G (quarta geração), para os sistemas de alta velocidade de transferência de dados por meio da tecnologia de banda larga em HF. Todos os três principais protocolos ALE dos últimos 35 anos têm seus

pontos fortes, e os sistemas de HF modernos devem oferecer suporte a todos os três padrões para maximizar a interoperabilidade com sistemas HF legados mais antigos e mais modernos.

O padrão ALE 4G foi projetado especificamente para links de HF de banda larga de alta velocidade. No entanto, o ALE 4G oferece suporte a todos os tipos de comunicação legados, incluindo voz analógica, pequena taxa de dados, grande quantidade de dados, *streaming* de vídeo e voz digital. O padrão ALE 4G foi projetado para incluir suporte aos recursos ALE 2G e 3G atuais, juntamente aos requisitos de HF de banda larga.

A SOLUÇÃO DE HF DE BANDA LARGA DA COLLINS AEROSPACE

A Collins Aerospace implementou o HF de banda larga em dois tipos diferentes de soluções: fixa e transportável.

A solução fixa pode ser fornecida em um *rack* integrado denominado URG-IV (*Universal Radio Group IV*), com suas duas unidades internas principais: o rádio de banda larga RT-2200A e um amplificador de potência de 1 kW. Como alternativa, o rádio e o amplificador de potência podem ser fornecidos separadamente e instalados em um *rack* de 19 polegadas existente no local.

A Collins projetou, também, um sistema transportável completo de HF de banda larga, consistindo de caixas transportáveis, antena tática, cabos necessários e um laptop.

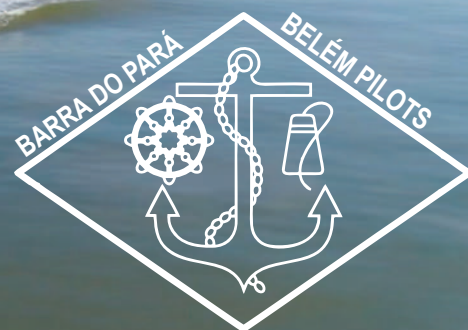
CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de comunicação de HF de banda larga está totalmente desenvolvida e pronta para ser usada. Ela fornece comunicações digitais totalmente modernas como alternativa às tradicionais comunicações de áudio ruidosas em HF. Oferece também modos de comunicação muito robustos que permitem dados de baixa taxa e mensagens de texto com níveis de sinal que não seriam suportados com os sistemas de HF atuais. Além disso, aumenta significativamente a taxa de dados até 25 vezes mais rápido do que os sistemas HF tradicionais, de 3 kHz, reduzindo o tempo de transmissão e, conseqüentemente, a indiscrição eletromagnética.

Este canal de comunicação faz uso da ionosfera e fornece comunicações de longa distância sem o uso de satélites ou infraestrutura de rádio terrestre. Esta é uma vantagem considerável em ambientes sem infraestrutura de telecomunicações, com recursos limitados ou onde as comunicações satelitais não funcionem, sendo mais baratas do que as mesmas, quando comparando os custos do ciclo de vida.



**Garantir a segurança
da navegação,
preservar o
meio ambiente
e salvaguardar
a vida humana.
24 horas por dia!
7 dias por semana!
365 dias por ano!**



O EMPREGO DO SONAR REBOCADO NA GUERRA ANTISUBMARINA SUA MODERNIZAÇÃO NA MARINHA ESTADUNIDENSE (USN)

Capitão de Mar e Guerra (RM1) RICARDO JORGE CRUZ DE ARAGÃO

Instrutor da Divisão de Guerra Antissubmarino – CAAML
Aperfeiçoado em Armamento

FOTO: Ultra Group

INTRODUÇÃO

A guerra antissubmarina (A/S) é altamente influenciada pelas características físicas da área de operações, pois estas, aplicadas ao meio líquido, determinam como as ondas sonoras se propagam na água do mar. Enquanto o perfil batitermográfico é amplamente explorado pelos sonares dos submarinos por meio da sua capacidade de se locomoverem nas três dimensões do oceano, isso não ocorre com os sonares de casco dos navios, pois estes se deslocam apenas na camada superficial do mar. Essa limitação impõe alto preço aos meios de superfície A/S: o reduzido alcance de seus sonares de casco, principalmente diante de determinados perfis batitermográficos próximos à superfície. Isso possibilita, muitas vezes, que os submarinos se aproximem da cobertura A/S com baixo risco de serem detectados, explorando regiões de sombra abaixo da Profundidade de Camada (PC), dando-lhes a possibilidade de colocar o Corpo Principal (CP) no alcance do seu armamento.

O emprego de aeronaves de asa rotativa dotadas de sonar de profundidade variável (VDS) ajuda a suprir parcialmente essa lacuna, porém sua limitada capacidade de permanência na área, aliada à sua restrição de emprego em condições adversas de tempo, aponta para a necessidade de meios de

superfície dotados de sensores capazes de realizar busca, detecção e acompanhamento de contatos submarinos à média/longa distância.

Visando atender essa necessidade, marinhas que empregam meios no estado da arte lançam mão, além do VDS (*Variable Depth Sonar*) a bordo, o *towed array sonar* (sonar rebocado), que possui alcance bem superior aos sonares de casco (médio alcance), independentemente da existência de PC e de outros perfis batitermográficos desfavoráveis, possibilitando uma efetiva proteção em profundidade do CP.

O SONAR REBOCADO

O sonar rebocado é composto por um conjunto de hidrofones rebocados por meio de um cabo, por submarino ou navio, com o objetivo de mantê-los distantes das fontes de ruído próprio da plataforma. Dessa forma, melhora consideravelmente a relação sinal/ruído e, portanto, a eficiência na detecção, classificação e acompanhamento de contatos com baixo nível de ruído irradiado. A grande vantagem do *Towed Array Sonar* é o seu alcance bem superior ao sonar de casco dos navios, uma vez que o sonar rebocado emprega hidrofones capazes de detectarem sinais de baixa frequência (< 1Khz)



que sofrem menor atenuação da água, possuem melhor relação sinal/ruído resultante do afastamento das fontes de ruído próprio, e, ainda, podem variar sua profundidade para uma área mais favorável à propagação do som no mar. O sonar de casco, por outro lado, emprega hidrofones que detectam sinais de média frequência que sofrem maior atenuação da água, sofrem degradação da relação sinal/ruído pela proximidade das fontes de ruído próprio da plataforma, e não pode variar sua profundidade, ficando limitado à camada superficial do oceano que, em algumas situações, possui condições desfavoráveis à propagação do som na água.

Por empregar hidrofones de baixa frequência, o sonar rebocado é capaz de realizar análise espectral do sinal por meio de técnicas de processamento de demodulação de sinais (DEMON) e demodulação de baixa frequência (LOFAR). Tal capacidade permite identificar e classificar de forma mais precisa um contato e, ao mesmo tempo, extrair dados para uma acurada análise do movimento do alvo, o que possibilita melhor solução de tiro para guiagem do armamento.

Outra característica do sonar rebocado é que seus hidrofones são dispostos em uma superfície plana de forma a possibilitar a determinação da distância e da profundidade de um ruído sonoro. Por meio de um Veículo Operado Remotamente (ROV), os hidrofones podem ser posicionados abaixo da Profundidade de Camada, o que lhe confere a vantagem tática de detectar contatos submarinos silenciosos escondidos nessa região conhecida como “zona de sombra”.

Como desvantagem, o sonar rebocado, quando efetivamente empregado, impõe limitação de velocidade (máxima e mínima) à plataforma (navio ou submarino) visando à adequada operação e à preservação do equipamento.

O TOWED ARRAY SONAR AN/SQR-19 TACTAS ATUALMENTE EMPREGADO NA USN E SEUS SIMILARES EUROPEUS

Desenvolvido na década de 1970, o AN/SQR-19 TACTAS (*Tactical Towed Array System*) utiliza um cabo de 1.800 metros, podendo operar até a profundidade máxima de

335 metros e estado do mar 4. Empregado atualmente em navios A/S da USN, possui alcance nominal de até 127 km, operando hidrofones de baixa frequência de forma passiva, podendo detectar, classificar e acompanhar vários contatos (de superfície e submarino) simultaneamente em todas as direções.

Da mesma forma que o AN/SQR-19 TACTAS, o *Combined Active and Passive Towed Array Sonar* (CAPTAS-4) da empresa Thales, empregado nas fragatas Tipo 23 da Marinha Inglesa e FREMM Francesa e Italiana, respectivamente, alcança profundidades de até 230 m, emprega hidrofones de baixa frequência, operando nos modos ativo/passivo (< 2 KHz), com alcance de até 150 km e capacidades similares ao sonar rebocado da USN.

Outro exemplo é o *Active Towed Array Sonar* (ACTAS) da empresa Atlas Elektronik empregado na Marinha Alemã. É um sonar de baixa frequência que pode operar simultaneamente nos modos ativo e passivo, tanto em águas profundas como em águas rasas. Com alcance de detecção superior ao alcance máximo de 50 km dos torpedos existentes atualmente lançados por submarinos, o ACTAS é um sensor adequado para se contrapor à capacidade ofensiva desses meios, assim como contra veículos submarinos não tripulados (UUV) e embarcações rápidas de pequeno porte, tanto próximo à costa como em mar aberto.

O ADVENTO DO SONAR AN / SQR-20 MFTA DA USN

O AN / SQR-20 *Multi Funcional Towed Array* (MFTA) (agora TB-37U) foi o primeiro sonar rebocado desenvolvido após o término da Guerra Fria e que será empregado nos meios de superfície A/S da USN, em substituição ao AN/SQR-19 TACTAS. É um sonar que opera hidrofones nos modos ativo e passivo, rebocados por um cabo de cerca de 2 km de com-



FOTO: Aviation & Defence Universe

primento, de forma a manter seus sensores distantes das fontes de ruído do navio. É capaz de detectar submarinos convencionais silenciosos, acima ou abaixo da Profundidade de Camada (PC). O AN/SQR-20 MFTA fornece vários aprimoramentos em relação ao AN/SQR-19 TACTAS, incluindo melhor cobertura, capacidade de detecção e maior confiabilidade. O novo conjunto rebocado será integrado aos sistemas de combate subaquático AN/SQQ-89 Av15 que estão sendo instalados nos Contratorpedeiros da classe “Arleigh Burke” e nos cruzadores da classe “Ticonderoga”. Também está previsto seu emprego nos Contratorpedeiros DDG-1000 da classe “Zumwalt”, assim como a bordo dos LCS (*Littoral Combat Ship*), como parte de seu pacote da missão de Guerra Antissubmarina, e, ainda, na próxima geração de fragatas (FFG(X)).

Diferentemente do sonar de casco, o MFTA fabricado pela empresa Lockheed Martin pode ser instalado rapidamente em qualquer navio em função de sua característica modular. Pelo seu baixo peso e formato hidrodinâmico, os MFTA podem ser instalados, inclusive, em plataformas pequenas como os USV (veículos de superfície não tripulados).

Uma das razões para a modernização do sonar rebocado na USN é a ampla disseminação dos submarinos diesel-elétricos em marinhas ao redor do mundo, notadamente os que empregam a propulsão independente do ar (AIP). A AIP proporciona, ao submarino, propulsão mais silenciosa, diminuindo a assinatura acústica, permitindo também que ele permaneça mergulhado por algumas semanas sem necessidade de retornar à cota periscópica, reduzindo drasticamente a possibilidade de ser detectado.

Os submarinos convencionais já são difíceis de serem detectados, ainda mais com as recentes inovações tecnológicas, como a AIP e baterias de íon-lítio que, em conjunto, reduzem consideravelmente a taxa de indiscrição desses meios, tornando bastante desafiador identificar a localização deles por meio de superfície e aeronaves A/S.

Além disso, a obsolescência dos sensores A/S da USN, causada pela falta de investimento nessa área desde o término da Guerra Fria (década de 1990), já havia sido constatada há algum tempo. Como exemplo, pode-se citar que um submarino sueco da classe “Gotland”, dotado de propulsão AIP,



FOTO: www.navylookout.com

durante exercícios navais com a USN em 2005, penetrou a cobertura A/S sem ser detectado e realizou ataque sobre o Nae USS “Ronald Reagan”. Da mesma forma, em 2006, um submarino convencional chinês se aproximou do CP de uma força-tarefa estadunidense sem que tenha sido previamente detectado.

Outro fator mais recente que indica a necessidade de modernização dos sonares rebocados norte-americanos foi o lançamento, este ano, do submarino japonês “Oryu” (SS-511), da classe “Soryu”, dotado de baterias de íon-lítio. O binômio AIP/baterias de íon-lítio promete aumentar substancialmente o tempo em que um submarino convencional poderá permanecer imerso, dificultando ainda mais a sua detecção. Em adição, a marinha sul-coreana, em breve, vai se juntar à marinha japonesa com o lançamento de seus submarinos da classe “KSS-III”, também com propulsão AIP em conjunto com baterias de íon-lítio.

Há também outra razão que torna essencial a modernização do sonar rebocado, visando permitir, de forma mais efetiva, a detecção de submarinos silenciosos a longas distâncias: a crescente sofisticação e o maior alcance dos torpedos, juntamente com novos Sistemas de Direção de Tiro (SDT) capazes de guiar a arma submarina a grandes distâncias em direção ao alvo. Essas inovações levaram a uma mudança na tática de ataque dos submarinos, que, em vez de penetrarem a cobertura A/S para efetuarem o ataque ao CP, efetuam o disparo da arma por fora da cobertura, a fim de evitar exposições desnecessárias e facilitar a evasão.

Essa nova postura tática aumentou a importância do emprego das aeronaves na guerra A/S na busca, localização e ataque a submarinos por fora da cobertura A/S, dentro da chamada “look zone”. Isso porque os meios de superfície A/S, empregando o sonar rebocado, são capazes de detectar sub-

marinos convencionais silenciosos a longas distâncias, inclusive abaixo da profundidade de camada, mas não possuem armamento com alcance suficiente para engajá-los. Diante disso, a aeronave A/S é o meio ideal para preencher essa lacuna, ao ser “vetorada” para interceptar e atacar o alvo por meio das informações obtidas pelo *Towed Array Sonar*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário futuro da guerra A/S, com o avanço tecnológico dos submarinos e do seu armamento, aponta para a necessidade cada vez maior do emprego de sonares de longo alcance pelos meios de superfície. A disseminação pelas marinhas de submarinos convencionais mais silenciosos devido ao emprego da propulsão AIP/bateria de íon-lítio, dotados de torpedos com maior alcance, torna cada vez mais importante o emprego do sonar rebocado para detecção a grandes distâncias de contatos submarinos tripulados ou não.

Especificamente para o cenário nacional, o emprego do sonar rebocado a bordo dos navios A/S da nossa Esquadra seria de grande valia, considerando que, em um horizonte de curto prazo, será incorporado à Marinha do Brasil o submarino convencional “Riachuelo” que, embora não seja dotado de propulsão AIP, traz consigo notáveis avanços tecnológicos em relação aos submarinos da classe “Tupi”. Além da velocidade de cruzeiro superior a 7 nós, destaca-se, por exemplo, sua capacidade de lançar mísseis táticos, emprego do sonar *flank array*, com alcances superiores a 50.000 jds, além do emprego de torpedos no “estado da arte” de longo alcance. Essas inovações, aliadas ao fato de ser um submarino mais silencioso e com menor taxa de indiscrição do que os submarinos da classe “Tupi”, permitirá ao submarino “Riachuelo” realizar ataques ao CP por fora da cobertura A/S, a uma distância além do alcance dos sonares de casco dos nossos Navios-Escolta A/S. O sonar rebocado certamente seria grande auxílio para contrabalançar o avanço tecnológico de submarinos silenciosos, convencionais ou não, ajudando na defesa em profundidade da nossa Esquadra quando em operação no mar.

REFERÊNCIAS:

ACTIVE Towed Array Sonar: outstanding over-the-horizon surveillance. Bremen: Atlas Elektronik, [2017]. Disponível em: https://www.atlas-elektronik.com/fileadmin/user_upload/01_Images/Solutions/Datenblaetter_zum_Download/093_ACTAS.pdf. Acesso em: 12 mar. 2020.

FEDERATION OF AMERICAN SCIENTISTS. AN/SQR-19: tactical towed array sonar (TACTAS). **MilitaryAnalysis Network**, [s.l.], 1998. Disponível em: <https://fas.org/man/dod-101/sys/ship/weaps/an-sqr-19.htm>. Acesso em: 13 mar. 2020.

GEOSPECTRUM technologies to showcase Towed Reelable Active Passive Sonar (TRAPS) at CANSEC 2018, **DefPost**, [s.l.], 2018. Disponível em: <https://defpost.com/geospectrum-technologies-showcase-towed-reelable-active-passive-sonar-traps-cansec-2018/>. Acesso em: 12 mar. 2020.

KELLER, John. Navy asks Lockheed Martin to build TB-37 towed-array sonar for surface warship anti-submarine warfare (ASW). **Military & Aerospace Electronics**, [s.l.], 2019. Disponível em: <https://www.militaryaerospace.com/sensors/article/14034453/towedarray-sonar-antisubmarine-warfare-asw>. Acesso em: 12 mar. 2020.

LOCKHEED Martin awarded contract to produce multi-function towed arrays for U.S. Navy. **Lockheed Martin**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://news.lockheedmartin.com/2008-06-23-Lockheed-Martin-Awarded-Contract-to-Produce-Multi-Function-Towed-Arrays-for-U-S-Navy>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MFTA: the US Navy's new towed array for naval detection, **Defense Industry Daily**, [s.l.], 2019. Disponível em: <https://www.defenseindustrydaily.com/mfta-the-us-navys-new-towed-array-for-naval-detection-04956/>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MULTI-FUNCTION Towed Arrays for U.S. Navy. **HydroInternational News**, Lemer, [s.l.], [201-?]. Disponível em: <https://www.hydro-international.com/content/news/multi-function-towed-arrays-for-u-s-navy?output=pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

NAVAL TECHNOLOGY. The world's deadliest torpedoes. **Analysis**, [s.l.], 2014. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/features/featurethe-worlds-deadliest-torpedoes-4286162/>. Acesso em: 13 mar. 2020.

NUGENT, Bob. Naval ASW sonar review, **European Security & Defence**, Bonn, ago. 2017. Disponível em: <http://amiinter.com/pdf/NavalASWSonarReview.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

TOWED array, **Global Security.org**, [s.l.], 2011. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/systems/towed-array.htm>. Acesso em: 13 mar. 2020.

UNITED STATES NAVY. **Mission**, Norfolk, [s.l.], [201-]. Disponível em: <https://www.public.navy.mil/surflant/ddg64/Pages/Mission.aspx>. Acesso em: 13 mar. 2020.

UNRIVALLED performance for taskgroup level as missions like force protection and power projection. **Thales**, Paris, [2019]. Disponível em: <http://tdaarmements.com/sites/default/files/medias/documents/thales%20Captas-4.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

WIKIWAND. **Towed array sonar**, [s.l.], [201-?]. Disponível em: https://www.wikiwand.com/en/Towed_array_sonar. Acesso em: 12 mar. 2020.

BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AMBIENTE MILITAR NAVAL

Sr. MARCO FIDOS JÚNIOR

Engenheiro de sistemas sênior na Atech
Mestrando do Inpe, no Departamento de Engenharia
de Sistemas Espaciais

Capitão de Fragata (RM1-EN) **MARCOS CESAR PINTO**

Desenvolvedor de Negócios na Atech
Mestre em Redes de Computadores (COPPE/UFRJ)

INTRODUÇÃO - BIG DATA

Charles Tilly citou o termo *Big Data* em um artigo pela primeira vez em 1980 para discutir a emergência de grandes volumes de dados que poderiam confrontar proposições e teorias baseadas em percepções individuais por meio de métodos quantitativos. Laney (2001) caracterizou *big data* a partir dos impactos do comércio eletrônico na criação, na difusão e na utilização de dados digitais.

Hoje, as observações de Tilly e Laney são percebidas em outros campos da ciência, na gestão governamental, em empresas e nas Forças Armadas de todo o mundo que procuram soluções para redefinir a utilização de dados com base no conceito de big data.

Laney (2001) verifica o uso da informação como catalisador competitivo e a necessidade de se obterem níveis mais elevados de conhecimento sobre a gestão de dados em três dimensões – Volume (até 10 vezes maior em relação ao comércio tradicional), Velocidade (alta disponibilidade gerando registro e utilização de dados em qualquer altura) e Variedade (flexibilidade na criação de estruturas de dados digitais) – 3Vs.

Seu trabalho avaliou o aumento no volume de dados e os benefícios na utilização deles no comércio eletrônico. Várias ciências encontram-se em diferentes fases de compreensão deste fenômeno. Chen *et al.* (2012) cita o impacto do *big data* em diversas áreas (comércio eletrônico, inteligência de mercado, governo, ciência e tecnologia, saúde e bem-estar, segurança e defesa civil).



Utilização de dados na era do Big Data

O uso de dados pressupõe a capacidade de registrar e interpretar um evento ou uma ideia, seja confrontando esse registro com eventos anteriores ou partindo de interpretação inicial. Esse processo, inicialmente elaborado no ser humano, evoluiu ao longo dos tempos para o uso de meios externos, seja para registro (cavernas, papíros, livros), seja para o processamento (máquinas de cartões perfurados, processamento eletrônico).

Meios externos permitiram expandir a capacidade humana de uso dos dados, e surgiu a necessidade de aprimorar as técnicas de armazenamento e processamento. Essa expansão permitiu realizar cálculos mais complexos que as tradicionais descrições estatísticas, como técnicas de interpretação e inferência no uso de máquinas de aprendizado (*Machine Learning*) e na Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence*). Vários tipos de análise tornaram-se possíveis: análise textual / sentimental (PANG e LEE, 2008), mineração baseada em regras de associação, detecção de anomalias, mineração gráfica (ADOMAVICIUS e TUZHILIN 2005), técnicas de mineração baseadas em regras e agrupamento, análise de redes criminosas, análise espaço-temporal e técnicas de visualização, análise de textos multilíngues, análise de sentimentos e simpatia, análise de ataques cibernéticos (CHEN *et al.*, 2012 e DASH *et al.*, 2019). Um maior número de domínios científicos e empresariais também se beneficiou do *big data*, como, por exemplo: astrofísica, oceanografia, genética, investigação ambiental, combate ao terrorismo, cibercriminalidade, cibersegurança, inteligência e alerta, segurança de fronteiras e transportes, contraterorismo doméstico, proteção de infraestruturas críticas (incluindo o ciberespaço) e disponibilidade de emergência (CHEN *et al.*, 2012).

Condições tecnológicas para uso de Big Data

No início, dados eram registrados em cartões e processados mecanicamente evoluindo para o uso de meios eletrônicos e se consolidando nos computadores.

dores corporativos e pessoais. A evolução da capacidade de processamento ocorreu por meio da miniaturização de processadores até se atingir o limite térmico dos materiais, e seu avanço ainda acontece por meio do processamento paralelo em um mesmo computador, ou utilizando computadores em rede.

Os meios de armazenamento também evoluíram de cartões de ponto, discos rígidos e sólidos para tecnologias distribuídas em armazenamento. Softwares para armazenamento e processamento em paralelo deram início ao uso das tecnologias de *big data* e ao desenvolvimento de negócios baseados em dados com atuação global (Google, Facebook, Amazon, entre outros).

Problemas como padronização de modelos e recuperação de dados ainda persistem e outros, como a integração, foram acentuados. Estas empresas promoveram ou apoiaram o desenvolvimento de software baseado em licenciamento livre para uso de hardware de baixo custo, reduzindo a complexidade e custos de uma solução de *big data*.

O desenvolvimento de conhecimento para instalação, configuração e integração desses componentes e o processamento de grandes volumes constituem o foco principal de empresas e organizações para efetivarem o uso e o desenvolvimento de um ecossistema de *big data*.

Vulnerabilidades para uso de big data

Os dados, principalmente armazenados em grandes volumes e organizados para análises, constituem-se em alvos prioritários em um cenário militar e devem ser protegidos com mecanismos de defesa cibernética para assegurar sua disponibilidade e proteção contra roubo e/ou destruição. E não só os grandes silos de dados, mas também os fluxos de dados que dão subsídio para análises complexas em funções críticas devem ser protegidos.

APLICAÇÕES EM OPERAÇÕES NAVAIS

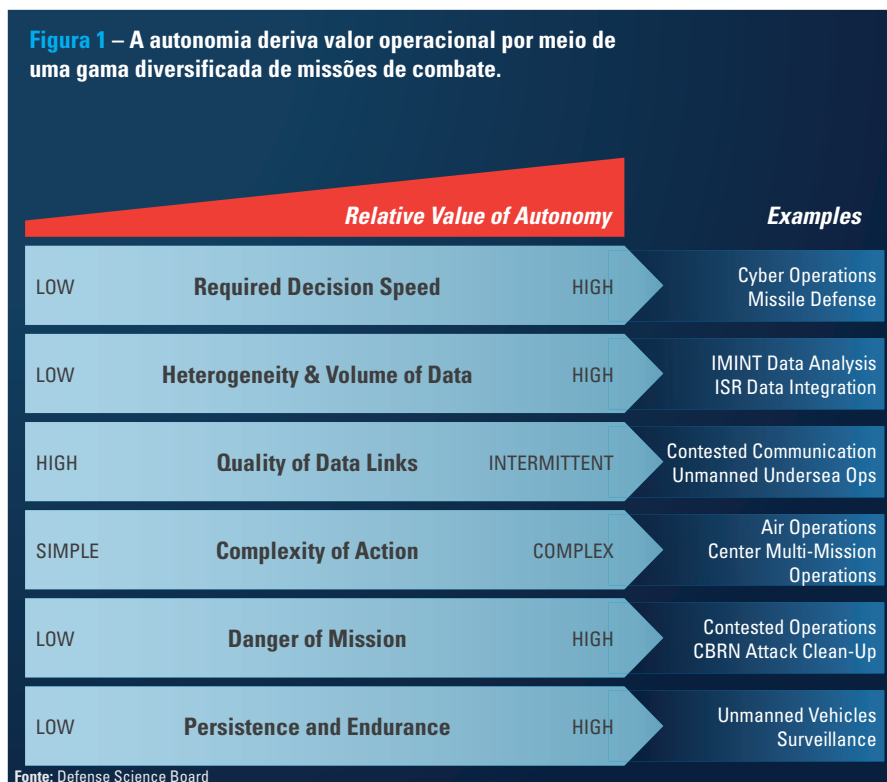
Dados como ativos em operações navais

O uso de dados em operações militares remonta à própria história da computação, na decodificação de mensagens

e interpretação de sinais, e esse uso tem-se ampliado, refletindo-se no aumento dos investimentos nas tecnologias associadas. Os gastos do Departamento de Defesa norte-americano (GOVINI, 2017) em Inteligência Artificial, *big data* e nuvem, em 2017, foram de USD 7,4 bilhões, aumento de 32,4% em relação a 2012; e 47,9% desses gastos foram em *big data*. China (USD 21,7 bilhões em 2020) e Rússia são os principais competidores neste tipo de investimento (SAYLER, 2019).

Agilidade e autonomia na tomada de decisão baseada em dados

Estudo publicado pelo Defense Science Board (DAVID e NIELSEN, 2016) demonstra o impacto da agilidade na tomada de decisão em diversas características de missões de combate, conforme figura 1.



Uso de Big Data – Inteligência artificial

A Inteligência Artificial permite que a capacidade humana de processamento de dados seja consideravelmente ampliada e automatizada, facilitando a interpretação de cenários complexos em que milhares de opções e variáveis são possíveis, apoiando e substituindo a ação humana em tarefas como interpretação visual, reconhecimento de fala e tomada de decisão (CUMMINGS, 2017).

Essa capacidade pode ser implantada de forma incremental, a partir do uso em treinamentos e simulações, testes de hipóteses e treinamento da própria Inteligência Artificial, ao mesmo tempo em que capacita recursos humanos em jogos de guerra, simulações e exercícios operacionais. Essas simulações dão condições para a evolução das próprias doutrinas e planejamento de operação, por meio de exaustiva análise de inúmeros cenários complexos.

A implantação dessas inteligências criadas e pré-definidas podem ser implantadas em veículos autônomos (CUMMINGS, 2017), sobre e sob a água, para atividades de patrulhamento, engajamento e apoio em operações de combate, e ações de guerra eletrônica (SHARMA *et al.*, 2020). Todo este uso gera volume muito grande de dados (RAHMANI, 2021), que aumenta na avaliação/revisão de cenários após engajamentos, com dados sobre as decisões, as consequências e as características dos cenários em que ocorreram essas decisões/operações que irão retroalimentar a Inteligência Artificial.

Aplicações de big data e Inteligência Artificial no SisGAAz

O desafio proposto pelo programa estratégico Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) envolve o uso de Inteligência Artificial para identificar padrões de ameaças a partir de diversas fontes de dados oriundos de navios-patrolha oceânicos – radares de curto, médio e longo alcance (*over the horizon* – OTH), em terra e em embarcações, câmeras de alta resolução, dados de inteligência, sistemas de navegação, vigilância e observação, dados oriundos de entidades civis, imagens de satélites óticos e radar, dados das demais forças e agências governamentais, além dos dados oriundos de diversos sistemas como o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (SIMMAP), o Sistema de Identificação e Acompanhamento de Navios à Longa Distância (LRIT), o Sistema de Informação sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM), do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS) e do Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR), além de dados de outros órgãos, como a Polícia Federal, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, da Receita Federal e da Petrobrás. Todas estas fontes, integradas, formarão a maior fonte de dados da Amazônia Azul e, analisadas em tempo real, permitirão tempo de resposta e visão situacional para todos os usuários do SisGAAz.

Aplicações em uso e em desenvolvimento

Diversos empregos e pesquisas estão em uso ou em desenvolvimento no planejamento e na condução de operações navais, com o objetivo de desenvolver ecossistema de *big data* de combate. Em atividades como inteligência, vigilância e reconhecimento, o emprego de *big data* e Inteligência Artificial é potencialmente benéfico, usando dados associados diretamente ou de outras fontes, como mídias sociais. Na logística militar, a manutenção preditiva já é realidade (F-35's *Automated Logistics Information System*), extraindo dados em tempo real de sensores e sistemas incorporados que alimentam

algoritmos preditivos para suporte à inspeção, substituição de partes, otimização de tempo e custo de aquisição e entrega de suprimentos.

Por fim, o uso em segurança cibernética, considerando o elevado volume de atividades que precisam ser identificadas e que influenciam decisões sobre ações de defesa e ataque cuja análise no tempo adequado é impossível de ser realizada por seres humanos. Abaixo, um quadro de referência de fontes de dados e potenciais usos em operações navais (OFFICE OF NAVAL RESEARCH, 2014):

TIPO	ATIVIDADE	FONTES	USO
Combate antissubmarino	Curso de Ação Inimigo	Velocidade; Programação de evolução de ruídos; Estratégias de navegação; Perfil de operação em profundidade; Histórico de rastreamento	Analisar distribuições de probabilidade tridimensional de posição de provável ameaça para cada curso de ação do inimigo
Combate antissubmarino	Dados de sensores de combate orgânicos/não orgânicos	Dados de contato e abaixo da linha de contato	Análise temporal de agrupamento de dados teste de consistência; Análise de incertezas de rumo e alcance para identificação de submarinos; Definição de limites de alerta e identificação de falsos alarmes.
Combate antissubmarino	Dados ambientais orgânicos/não orgânicos	Dados de dados acústicos insitu (ruído medido por meio do sensor); Dados oceanográficos (perfil de velocidade sonora de qualquer número de fontes incluindo dados XBT)	Análise da variação destes dados; Geração de alertas e elaboração automática de planos de busca
Combate antissubmarino	Comportamentos operacionais azuis, características e desempenho	Posição, direção, velocidade e profundidade da plataforma insitu	Análise de variação prevista/realizada e geração de alerta; monitorar a conformidade da plataforma com o plano de busca pretendido
Combate antissubmarino	Meios Técnicos Nacionais (NTM)	Dados NTM disponíveis	Análise visual e geográfica de densidade de probabilidade de ameaça; Análise de busca positiva e negativa
Defesa ar/míssil integrada	Otimização da configuração de sensor	Dados ambientais históricos e atuais; Indicações, alertas e aviso; Medições do sensor em tempo real e históricas; Estado operacional em tempo real de um sensor	Desenvolvimento de modelos de sensores para recomendações de configurações ideais
Defesa ar/míssil integrada; Guerra Eletrônica	Classificação de Identidade, Previsão de Intenção e Movimento Futuro, e Associação de Pistas	Dados de Identificação Amigo ou Inimigo (IFF)/Sistema de Identificação Automática (AIS); Planos de voo, horários, rotas aéreas; Informações de inteligência – fontes de primeira, segunda e terceira camada; Rotas de navegação e áreas de pesca; Informações de sensores orgânicos	Identificação de pista, previsão de intenção e movimento futuro; Recomendação de associação com outra pista
Comando e controle/ Inteligência	Identificação de capacidades, comportamentos e padrões operacionais inesperados vetor aéreo inimigo e mísseis	Informações de inteligência – modelos de mísseis, medições históricas, biblioteca de ameaças de inteligência (Mísseis de Cruzeiro Anti-Navio/ Radar de Mísseis Balísticos, Guerra Eletrônica e assinaturas de Infravermelho); Dados de sensores ao vivo; Dados de reconhecimento de alvos de Guerra Eletrônica/ Não Cooperativa	Identificação de novas capacidades; Análise de comportamentos e padrões operacionais; Recomendações de novas configurações de sistemas
Comando e controle – defesa ar/míssil	Planejamento da movimentação de ativos e uso tático	Modelos e simulações; Informações de prontidão; Planos e doutrina; Movimento futuro previsto vermelho/branco/azul; Dados de inteligência; Condições climáticas históricas e atuais	Recomendação de movimentação de ativos
Defesa ar/míssil integrada	Otimização do uso de armas	Dados de disposição de ameaças; Níveis atuais de inventário em todo o grupo de batalha; Conhecimento de compromissos e resultados planejados e ativos; Modelos de armas	Recomendação de utilização ótima de armas em todo o grupo de batalha/força e estratégias
Guerra Eletrônica	Operações de espectro melhoradas	Dados de planos e padrões históricos de uso; Parâmetros de desempenho do infrator/vítima; Ordem de batalha/ordem de batalha eletrônica; Informações de inteligência; Medições orgânicas; Medições meteorológicas terrestres e espaciais	Análise preditiva para alocação de espectro ótimo para o grupo de batalha/força; Identificação de interferências para apoiar o planejamento de operações futuras e mudanças nas condições ambientais
Defesa ar/míssil integrada	Otimização de consciência situacional	Dados de indicações e avisos; Movimentos atuais, previstos e históricos de ativos vermelho/branco/azul; Fontes de inteligência	Identificação e envio de notificação de combate (por exemplo, um alerta).
Defesa Cibernética	Consciência cibernética	Dados de sensores cibernéticos orgânicos e não orgânicos; Fontes externas – OSINT	Análise de ciberespaço visível; Identificação de padrões indicativos de atividade anômala

Fonte: Office of Naval Research

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da coleta e análise de dados como ativos no ambiente militar naval demanda o desenvolvimento de uma fundação sólida em pesquisa, desenvolvimento e uso de *big data*. Projetos de análise e tomada de decisão requerem investimentos na capacitação de recursos humanos, aquisição de hardware e software, além da avaliação do impacto tecnológico nos custos e na eficiência operacional do planejamento, do apoio e da condução de operações navais.

O emprego de dados como ativos reduz custos e aumenta a eficiência na tomada de decisão. A adoção de *big data* e seu uso em mineração de dados, máquinas de aprendizado e

Inteligência Artificial pode ser iniciada em etapas, com evolução paulatina de maturidade, permitindo alocação gradual de recursos.

As possibilidades de uso são vastas, e a percepção de dados como ativos pressupõe também a sua segurança para ataques físicos e cibernéticos, em silos e fluxos de dados. O desenvolvimento de um ecossistema de *big data* é a base para as iniciativas acima e passa pela definição de padrões e modelos de dados. É o primeiro passo para dotar as Marinhas modernas desse tipo de conceito e tecnologia.

Referências:

ADOMAVICIUS, Gediminas; TUZHILIN, Alexander. Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, Sidney, v. 17, n. 6, 2005.

CHEN, Hsiu-chin; CHIANG, Roger; STOREY, Veda. Business intelligence and analytics: from big data to big impact. **MIS Quarterly**, Minnesota, v. 36, n. 4, 2012. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41703503>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE (Estados Unidos). **Artificial Intelligence and national security**. Washington, DC: Congressional Research Service, 2019. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45178/5>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CUMMINGS, M. Artificial Intelligence and the Future of Warfare. **Chatam House**, Londres, 2017. Disponível em: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-01-26-artificial-intelligence-future-warfare-cummings-final.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2021.

DASH, Sabyasachi; SHAKYAWAR, Sushil .K.; SHARMA, Mohit et al. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. **Journal of Big Data**, Nova Iorque, v. 6, n. 54, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DEPARTMENT OF DEFENSE (Estados Unidos). **Report of the Defense Science Board Summer Study on Autonomy**. Washington, DC: Department of Defense, 2016. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1017790>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GOVINI. Department of Defense (Estados Unidos). **Artificial intelligence, big data, and cloud taxonomy**. Washington, DC: Govini, 2017. Disponível em: https://securityandtechnology.org/wp-content/uploads/2020/07/govini_dod_ai_bigdata_cloud_taxonomy.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

LANEY, Douglas. 3D data management: controlling data volume, velocity and variety. **Meta Group**, [s.l.], 2001. Disponível em: <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

PANG, Bo; LEE, Lilian. Opinion mining and sentiment analysis. **Foundations and Trends in Information Retrieval**, Nova Iorque, v. 2, n. 1-2, 2008.

RAHMANI, Amir M.; AZHIR, Elham; ALI, Saqib et al. Artificial intelligence approaches and mechanisms for big data analytics: a systematic study. **PeerJ Computer science**, [s.l.], v.7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.488>. Acesso em: 5 jul. 2021.

SHARMA, Purabi; SARMA, Kandarpa K.; MASTORAKIS, Nikos E. Artificial intelligence aided electronic warfare systems: recent trends and evolving applications. **IEEE Access**, Nova Iorque, v. 8, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9292960>. Acesso em: 10 jul. 2021.

TILLY, Charles. The old new social history and the new old social history. **Research Foundation of SUNY**, Albany, v. 7, n. 3, [1984].





PARCERIA QUE FAZ A DIFERENÇA.

A PARTNERSHIP THAT MAKES THE DIFFERENCE.

LA ASOCIACIÓN QUE HACE LA DIFERENCIA.

A Atech é uma parceira estratégica da Marinha do Brasil em projetos como as Fragatas da Classe Tamandaré, o sistema de proteção e controle do reator do LABGENE e a versão operacional naval da aeronave Super Cougar, embarcando neles sistemas personalizados com tecnologia de classe mundial. Somos a casa de sistemas do Grupo Embraer. Consideramos todo ciclo de vida das soluções que entregamos, focados em qualidade, inteligência e eficiência.

Atech is a strategic partner of the Brazilian Navy in projects such as the Tamandaré Class Frigates, the LABGENE reactor control and protection system, and the naval operational version of the Super Cougar aircraft, incorporating on them world-class technology customized systems. We are the home of systems in the Embraer Group. We consider the entire lifecycle of the solutions we deliver, focusing on quality, intelligence, and efficiency.

Atech actúa en asociación estratégica con la Marina de Brasil en proyectos como las Fragatas Clase Tamandaré, el sistema de control y protección del reactor LABGENE y la versión naval operacional de la aeronave Super Cougar, incorporando en ellos sistemas personalizados con tecnología de clase mundial. Somos la casa de sistemas del Grupo Embraer. Consideramos todo el ciclo de vida de las soluciones que ofrecemos, centrándonos en calidad, inteligencia y eficiencia.

GUERRA HÍBRIDA

Capitão-Tenente ARTUR **KREPP** LISBOA

Encarregado da Divisão de Armamento do DIAsA – CAAML
Aperfeiçoado em Armamento

Guerras não são mais declaradas, e tendo começado, ocorrem sob uma nova perspectiva. O papel dos meios não militares para atingir objetivos políticos e estratégicos tem aumentado, e em muitos casos, eles excedem a efetividade do armamento. O foco dos métodos aplicados nos conflitos foi alterado para o amplo uso de medidas políticas, econômicas, informacionais, humanitárias e outras medidas não militares, aplicadas em coordenação com a potencial instabilidade da população local. (GERASIMOV, 2016)

INTRODUÇÃO

Conceitos como assimétrico, irregular, não convencional e híbrido são, geralmente, utilizados em discussões políticas e acadêmicas para descrever a complexidade e as características dos conflitos modernos, em que ambos os atores, estatais e não estatais, combinam métodos convencionais com métodos que estão fora do entendimento tradicional das operações militares.

A conceituação de guerra híbrida ganhou maior relevância no cenário mundial após as operações da Rússia na Crimeia e no Leste da Ucrânia em 2014, onde os esforços não eram concentrados apenas no Teatro de Operações. Na verdade, a maior ênfase foi nos métodos não militares que mitigaram a necessidade de um conflito armado.

Mas afinal, o que é guerra híbrida?

A *Multinational Capability Development Campaign* (MCDC), iniciativa multinacional da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), definiu guerra híbrida como sendo o uso sincronizado de múltiplos instrumentos de poder personalizados a vulnerabilidades específicas por meio do

amplo espectro das funções sociais, de forma a obter efeitos sinérgicos. Simplificando, a guerra híbrida utiliza atividades sincronizadas de modo a explorar as vulnerabilidades nos campos político, militar, econômico, social, informacional e de infraestrutura, criando efeitos lineares e não lineares.

Jan Joel Andersson (2015), analista sênior do Instituto de Estudos de Segurança da União Europeia, caracterizou guerra híbrida como uma forma de guerra que utiliza um conjunto de métodos, convencionais e não convencionais, militares e não militares, ações ostensivas ou encobertas envolvendo guerra cibernética e informacional com o propósito de gerar confusão e ambiguidade na natureza, origem e objetivo dessas ações.

A relativa novidade da Guerra Híbrida reside na habilidade de um ator em sincronizar múltiplos instrumentos de poder simultaneamente e, intencionalmente, explorar a criatividade, imprecisão, não linearidade e os elementos cognitivos da guerra. Normalmente, é adaptada de forma a permanecer encoberta da detecção óbvia contando, por vezes, com a velocidade, volume e ubiquidade da tecnologia digital que caracteriza a presente era da informação.



FOTO: HDQwalls.com / Marinha do Brasil
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

A ambiguidade é usada na Guerra Híbrida para esconder as intenções por trás das ações do ator envolvido, dificultando o processo de tomada de decisão do oponente e posterior adoção de uma resposta adequada. Para que isso ocorra, as ações são planejadas de forma a permanecer abaixo da percepção do que caracterizaria um ato de guerra, de modo a tornar ilegítima (ou, pelo menos, politicamente irracional) uma resposta militar.

GUERRA HÍBRIDA RUSSA

A abordagem contemporânea da Rússia é caracterizada pelo uso intensivo do campo informacional, de forças não convencionais, forças convencionais, operações cibernéticas, operações de guerra eletrônica e de grupos paramilitares para atingir objetivos militares alinhados às suas aspirações políticas. Sistemáticamente, o emprego de outros instrumentos do Poder Nacional na busca dos objetivos políticos vem crescendo e indo além do uso exclusivo das Forças Armadas.

De forma geral, utilizam ferramentas não militares para reduzirem sua exposição ao escrutínio político e jurídico internacional, com intuito de moldar a narrativa dentro do contexto da guerra de informação/psicológica. A Guerra Híbrida tem como principais características o uso econômico da força, em que busca minimizar o uso tradicional da força militar. É persistente, quebrando a binaridade entre guerra ou paz. Está sempre em prática; a guerra não é declarada, as ações ocorrem em tempos de paz e com variação de intensidade. É centrada na população, influenciando-a por meio de operações de informação e grupos civis locais.

Entre seus objetivos, estão a captura de territórios sem o uso da força, como no caso da Crimeia, a partir da criação de pretextos para o uso convencional da força e influenciando os políticos e as políticas dos territórios além das fronteiras. A Rússia emprega operações de informação, em particular a desinformação, para influenciar e moldar a percepção pública sobre suas ações, explorando as vulnerabilidades sociais existentes, enfraquecendo as instituições do estado e minando a legitimidade percebida dos Estados.

No contexto russo, grande é a relevância do emprego de operações de informação na intenção de moldar as narrativas, utilizando, para isso, recursos de mídia, programas de televisão, patrocínio a pensadores e influenciadores para promover seus ideais, não obstante ataques cibernéticos, grupos paramilitares, influência econômica, medidas clandestinas e

influência política. Guerreiros cibernéticos invadem sistemas de informação estrangeiros coletando valiosas informações. Além da obtenção de segredos, utiliza artifícios para direta ou indiretamente manipular sistemas de informação, dos quais o processo político depende.

AS MÍDIAS SOCIAIS NA GUERRA HÍBRIDA

A exploração das novas plataformas de mídia para a condução da Guerra de Informação (GI) em todas as suas formas – aí incluídas a propaganda, a desinformação, o uso de notícias falsas, mídias sociais e meios de comunicação domésticos – é um dos aspectos mais marcantes da Guerra Híbrida, caracterizando uma mudança significativa no caráter do conflito moderno. A evolução dos meios de comunicação tem tornado cada vez mais eficaz o emprego da informação como uma arma.

Embora não seja algo novo, a GI vem sendo empregada com maior sofisticação e intensidade. É necessário reconhecer que as campanhas de desinformação modernas foram potencializadas pelas novas tecnologias e aplicativos, como smartphones e mídias sociais. Tais recursos podem ser usados para disseminar a desinformação em larga escala e com uma velocidade e precisão sem precedentes. A internet aumentou grandemente o volume e a variedade de notícias disponíveis e mudou profundamente a maneira como as pessoas, os mais jovens em particular, acessam as notícias.

O ambiente em que vivemos vem mudando drasticamente com o rápido desenvolvimento da tecnologia. Hoje, com o potencial das mídias sociais, todos podemos ser uma fonte de informação capaz de alcançar milhões. A mídia tradicional não é mais o principal ator no espaço informacional.



Tal fato traz diversos efeitos positivos, mas também, da mesma maneira, muitos negativos. As mídias sociais podem expor diversas vulnerabilidades de seus usuários. O ambiente virtual é desregulado e, por vezes, anônimo, propiciando a oportunidade ideal para a disseminação de visões extremas e desinformação deliberada. Com cada vez mais pessoas conectadas, o medo e as informações falsas se espalham rapidamente, gerando pânico.

Os recentes conflitos demonstram que as mídias sociais têm sido utilizadas como um eficiente instrumento de poder do campo informacional, atacando as vulnerabilidades de diversas formas: identificação nas redes de possíveis alvos e objetivos, coleta de informações de inteligência, invasão de perfis para disseminação de desinformação, influência psicológica e manipulação. Tais usos tendem a ser cada vez mais sofisticados e imprevisíveis, acompanhando as inovações e avanços do ambiente informacional e cibernético.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recentes ataques cibernéticos a áreas de infraestrutura, incertezas acerca da possibilidade de intervenção em eleições de outras nações e campanhas de desinformação espalhadas ao redor do globo demonstram os danos que a guerra híbrida pode alcançar sem uma maior escalada da crise. Equiparar-se ao desafio imposto pela complexidade da guerra híbrida levará tempo e esforço, mas, como ponto de partida, é essencial uma coordenação e cooperação interagências para prover melhor detecção das ameaças híbridas e coordenar a reação apropriada.

A sociedade como um todo também precisa estar preparada para lidar com os ataques híbridos, em particular, aqueles direcionados ao domínio cognitivo da população, aos seus valores fundamentais e instituições e ao seu tecido social. O primeiro passo proposto nessa direção é uma avaliação detalhada e a regulação das tensões e insatisfações dentro da sociedade, observando tudo aquilo que tenha potencial de ser explorado em uma campanha de desinformação. Outro aspecto seria identificar as notícias falsas, questioná-las publicamente com base em fatos e responsabilizar seus canais de divulgação, de modo a desacreditá-los perante a sociedade, enfraquecendo sua influência negativa. E, ainda, identificar e tornar público as pessoas ou grupos defensores de ideologias que estejam sob a influência de agentes externos, permitindo à população compreender as reais motivações por trás de suas ações, enfraquecendo o apoio à desinformação.

Como destacado pela European Values Think Tank, outro aspecto importante refere-se à resiliência dentro das Forças Armadas e das forças de segurança internas. Campanhas de desinformação podem ser empregadas para enfraquecer

as lideranças militares perante suas tropas, diminuindo a credibilidade das forças de segurança junto à população e a própria confiança das tropas em sua capacidade de combater o agressor. Assim, o monitoramento diuturno por potenciais ameaças, o acompanhamento constante da moral das tripulações por meio de pesquisas de satisfação e o esforço regular na disseminação do conhecimento sobre a desinformação são medidas que devem ser implementadas.

Além disso, as lideranças militares devem fazer uso intenso das comunicações estratégicas para reforçar os valores das instituições e garantir que as ações tomadas no mais alto nível sejam compreendidas até mesmo nos escalões mais baixos, aumentando a consciência situacional, e não dando margem a interpretações maliciosas que possam ser exploradas por agressores híbridos.

Em que pese toda a ambiguidade que a envolve, a Guerra Híbrida já é dominante e largamente difundida, utilizada por atores estatais e não estatais, e provavelmente crescerá como um desafio, justificando novos esforços das nações em entender a ameaça que representa.

Assim, os governos devem estabelecer um processo que vise liderar e coordenar uma abordagem nacional de autoavaliação de suas vulnerabilidades nos diversos campos de análise das possíveis ameaças e das reações adequadas. Esse processo deve direcionar os esforços de todos os setores em entender, detectar e responder às ameaças híbridas.

REFERÊNCIAS:

- ANDERSSON, Jan J. Hybrid: what's in a name?. **European Union Institute for Security Studies**, 2015. Disponível em: <https://www.iss.europa.eu/content/hybrid-what%E2%80%99s-name>. Acesso em: 7 abr. 2021.
- GERASIMOV, Valery. The value of science is in the foresight: new challenges demand rethinking forms and methods of carrying out combat operations. **Military Review**, Leavenworth, v. 96, n. 1, 2016. Disponível em: https://www.armyupress.army.mil/portals/7/military-review/archives/english/militaryreview_20160228_art008.pdf. Acesso em: 16 abr. 2021.
- JANDA, Jakub. **Full-scale democratic response to hostile disinformation operations**: 50 measures to oust Kremlin hostile disinformation influence out of Europe. Praga: European Values, 2016. Disponível em: <https://www.kremlinwatch.eu/userfiles/full-scale-democratic-response-to-hostile-disinformation-operations.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- MULTINATIONAL CAPABILITY DEVELOPMENT CAMPAIGN (MCDC). **Countering hybrid warfare project**. Oslo: Norwegian Institute of International Affairs, 2019. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/784299/concepts_mcdc_countering_hybrid_warfare.pdf. Acesso em: 4 abr. 2021.
- MULTINATIONAL CAPABILITY DEVELOPMENT CAMPAIGN (MCDC). **Understanding hybrid warfare**. Oslo: Norwegian Institute of International Affairs, 2017. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/647776/dar_mcdc_hybrid_warfare.pdf. Acesso em: 5 abr. 2021.
- NATO STRATEGIC COMMUNICATIONS CENTRE OF EXCELLENCE. **Social Media as a tool of hybrid warfare**. Letônia: NATO Strategic Communications Centre of Excellence, 2016. Disponível em: https://stratcomcoe.org/pdfs/?file=/cuploads/pfiles/public_report_social_media_hybrid_warfare_22-07-2016-1.pdf?zoom=page-fit. Acesso em: 7 abr. 2021.

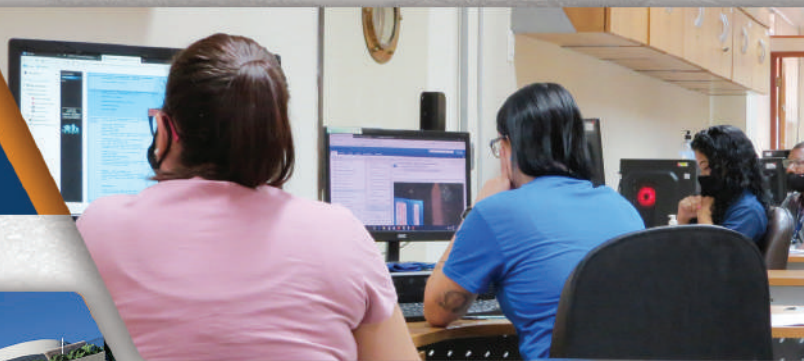


SEU SONHO É A NOSSA MISSÃO!

A CCCPM

FACILITA A AQUISIÇÃO DE SUA MORADIA PRÓPRIA:

**COM FINANCIAMENTO
IMOBILIÁRIO**



**CONSTRUINDO COM
RECURSOS PRÓPRIOS**

**CONSTRUINDO COM OUTROS
AGENTES FINANCEIROS**



**EM PARCERIA COM A
INICIATIVA PRIVADA**

SAIBA MAIS EM
www.marinha.mil.br/cccpm

OU ACESSE O NOSSO SITE
PELO QR CODE



ATIVIDADES DA ESQUADRA 2020/2021



ASPIRANTEX 2021 – Palestra do ComemCh para os Aspirantes a bordo do NAM Atlântico, em janeiro de 2021.



ADEREX Superfície-Anfíbio-2021 - Desembarque de militares do CFN na cabeça de praia, em maio de 2021.



Cerimônia em homenagem ao Dia dos Mantenedores da Paz, em maio 2021.



Lançamento de Armas pela Fragata Independência – MISSILEX-2021, em junho de 2021.



Lançamento do míssil Exocet 2 - Operação TORPEDEX-2021, em junho de 2021.



Visita às novas instalações da UMESQ pelo Almirantado, em julho de 2021.



Cerimônia alusiva ao 107º Aniversário da Força de Submarinos e transferência para nova sede em Itaguaí, em julho de 2021.



Vista aérea da BSIM – Nova sede da Força de Submarinos.



Aeronave UH-17 do 1º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral no continente gelado na Operação Antártica XXXIX, em novembro de 2020.



2º Esquadrão de Helicópteros de Emprego-Geral (EsqdHU-2) participou da distribuição de vacinas para as aldeias indígenas no Estado do Amapá, entre fevereiro e março de 2021.



Lançamento do Submarino Humaitá em dezembro de 2020 (S-41).

EVENTOS DO CAAML 2020/2021



Visita da Associação de Diplomados da Escola Superior de Guerra – ADESG-SP, em setembro de 2020



Palestra do Ministro do Superior Tribunal Militar, Almirante de Esquadra Leonardo Puntel, aos alunos do C-Exp-ATCOM, em novembro de 2020



Comemoração do 77º aniversário do CAAML, em novembro de 2020



Cerimônia de Formatura dos Cursos de Aperfeiçoamento em Operador de Radar e Operador de Sonar, em dezembro de 2020



Cerimônia de Passagem de Imediaticce, em abril de 2021



Cerimônia de Transferência para a Reserva Remunerada da Marinha, em abril de 2020



Visita de Aspirantes para o cumprimento de Práticas Profissionais Navais, em maio de 2021



Apresentação do CAAML pelo V Alte MELLO (ComemCh) ao V Alte BETTEGA (ComemCh nomeado), em julho de 2021



Inspeção Operativa a bordo do Navio-Escola Brasil, em julho de 2021



Inspeção Operativa realizada no Navio-Veleiro Cisne Branco, em agosto de 2021



Ministro da Defesa condecora o CAAML com a Medalha Marechal Cordeiro de Farias, em agosto de 2021



Premiação de Praças do 1º Semestre de 2021, em agosto de 2021

GUERRA DE MINAS

APRENDENDO COM O PASSADO A OLHAR PARA O FUTURO

Capitão de Fragata **FÁBIO BORGES GONÇALVES**

Comandante – ComForMinVar
Aperfeiçoado em Máquinas

INTRODUÇÃO

A humanidade vive, desde o século XVI, uma Revolução Científica, em que o homem percebeu não possuir respostas para muitas perguntas importantes e, por isso, passou a investir na busca de soluções (HARARI, 2011). Desde então, temos um mundo em constante transformação, no qual somos ininterruptamente imersos em novas tecnologias que alteram nossos modos de vida, interações com o ambiente, formas de comunicação e relações interpessoais. A vertente militar, sempre precursora no campo das mudanças ao longo da história, não se mantém inerte às disrupções por que passamos. Ao contrário, continua se mantendo na vanguarda em termos de inovações, como, por exemplo, na ampliação do espectro da guerra em ambientes outrora inimagináveis e a constante evolução quanto ao não emprego do homem no campo de batalha.

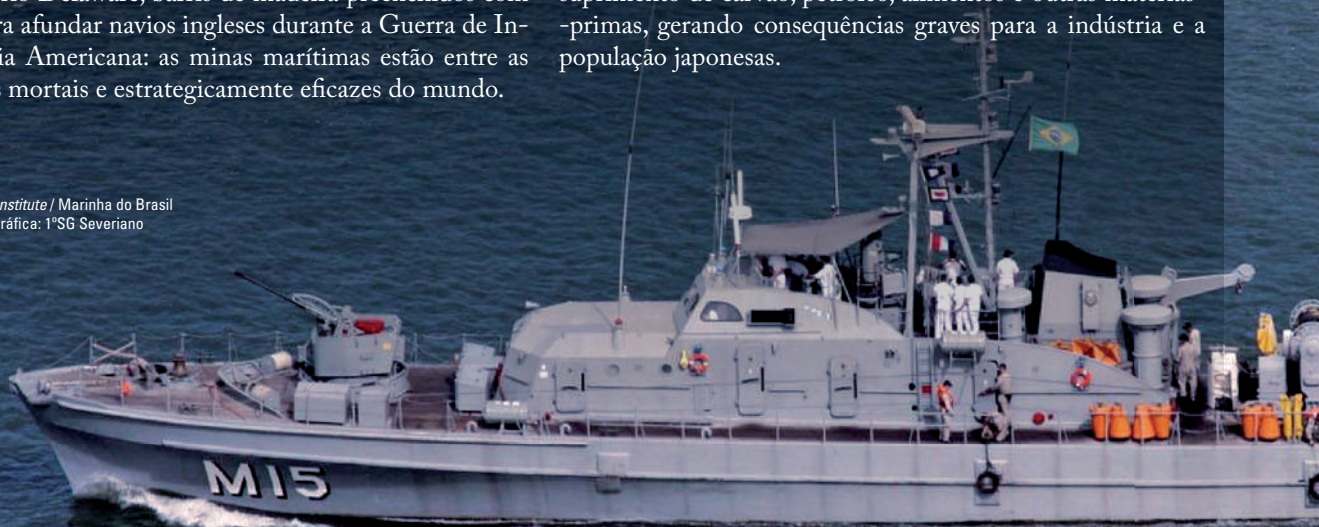
Porém, apesar dessa revolução, existem conceitos que são absolutos e que se mantêm imunes às evoluções. No campo da guerra, também existem verdades que vão além do tempo. E uma delas nasceu no século XVIII, quando David Bushnell lançou, no rio Delaware, barris de madeira preenchidos com pólvora para afundar navios ingleses durante a Guerra de Independência Americana: as minas marítimas estão entre as armas mais mortais e estrategicamente eficazes do mundo.

HISTÓRICO

Desde sua concepção, a mina marítima tem se mostrado importante artefato bélico, que consegue combinar elevado poder de destruição a baixo custo. Seu emprego nos conflitos marítimos, na defesa de águas restritas e no controle de estreitos sempre apresentou expressivos resultados, tornando-a o armamento que mais imobilizou meios desde seu primeiro lançamento.

A história desse artefato mostra-se de grande importância nos grandes conflitos, apresentando resultados expressivos em todos os confrontos em que foi empregada, tornando-se o armamento que mais afundou navios desde a Segunda Guerra Mundial. Nela, por exemplo, foram lançadas cerca de 810.000 minas marítimas, afundando aproximadamente 2.700 navios. Somente a Alemanha perdeu 27 submarinos para minas lançadas pelos aliados (SENNÁ, 2011). No pacífico, os Estados Unidos empregaram táticas de minagem ofensiva contra o Japão, lançando 12.053 minas que causaram a destruição de 670 navios mercantes daquele país. Durante a Operação *Starvation*, que minou boa parte da costa do Japão, os Estados Unidos prejudicaram quase integralmente o suprimento de carvão, petróleo, alimentos e outras matérias-primas, gerando consequências graves para a indústria e a população japonesas.

FOTO: U.S. Naval Institute / Marinha do Brasil
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano



Em outro conflito em que teve papel relevante, o controle de área marítima por parte da Marinha dos Estados Unidos foi retardado por três semanas em Wonsan – Coreia (1950), tempo despendido pelas Forças de Contramedidas de Minagem (CMM) para varrer um canal, atrasando o desembarque planejado de uma força anfíbia de 50.000 homens. Os norte-coreanos lançaram 3.000 minas, porém apenas 225 foram varridas pelos norte-americanos. Essa operação custou aos americanos quatro navios varredores e um rebocador, que foram afundados, além de cinco *destroyers* seriamente danificados. Ainda foram afundados um varredor e um rebocador sul-coreanos, além de diversos outros navios que foram gravemente comprometidos por avarias.

A Guerra do Golfo e algumas operações das Forças de Paz da ONU (ex.: Líbia – Misratta) reforçaram a necessidade de todas as Marinhas, principalmente as componentes da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan), manterem forças de CMM capacitadas em operações de limpeza de área, de mapeamento de campos minados e de limpeza dos acessos aos portos, a fim de contribuir para a proteção de Forças-Tarefas (FT) em zonas de guerra. Em exemplo mais recente, na Operação da Otan denominada Unified Protection (2011), que tinha como um dos seus objetivos garantir o atendimento à população civil na Líbia, uma corveta francesa, atuando na força da Otan, avistou pequenas embarcações lançando três minas marítimas. Sem disponibilidade de nenhum meio de CMM na área, a decisão foi fechar o porto e deixar aguardando para atracação um navio que estava carregado de ajuda humanitária, interrompendo o fluxo logístico que a Otan tentava garantir. Assim que foram mobilizados os navios de CMM, duas minas foram encontradas e neutralizadas. Porém, uma delas não foi localizada, levando perigo a todo o tráfego marítimo da região e elevando a complexidade e o custo da operação como um todo (SENNA, 2011).

A GUERRA DE MINAS NO BRASIL

Somos um país geopoliticamente importante, dono de uma das maiores economias do mundo e com riquezas naturais abundantes. Banhado por extenso litoral, que abriga cerca de 80% de sua população, o Brasil possui grande dependência do mar. Com enorme potencial turístico já explorado e a explorar, é dele que extraímos relevante volume de recursos econômicos e riquezas, sendo também por onde flui elevado percentual do nosso comércio exterior. Há, assim, a necessidade de termos a capacidade de defender nossas águas, ainda que em tempo de paz, de forma que o patrimônio nacional não seja ameaçado, e é possível afirmar que a Guerra de Minas preenche requisitos importantes para contribuir com tal missão.

A existência de outros sistemas de armas sofisticados, aliado ao fato de que o epicentro da Guerra de Minas na

Marinha está sediado em local diferente dos demais meios capazes de cumprir operações e ações da Guerra Naval, faz que grande número de oficiais da Marinha não a conheça plenamente. Porém, não se deve relegar a um plano inferior uma arma que pode ser lançada por distintos agentes, escolher precisamente o seu alvo, ser armada para uma data futura, ativada de forma intermitente e que, por sua simples presença, pode cumprir sua tarefa.

Nossa Marinha, consciente da importância da capacidade de operação desses artefatos de enorme potencial ofensivo e defensivo, mantém ativo o Comando da Força de Minagem e Varredura – Organização Militar que contribui com a manutenção do conhecimento de Guerra de Minas na Marinha e é responsável pelo preparo e emprego dos Navios Varredores, que possuem atuação voltada às CMM.

Criada pelo Aviso Ministerial nº 0818, datado de 12 de maio de 1961, a Força de Minagem e Varredura foi subordinada, inicialmente, ao Comando do 1º Distrito Naval e sediada na cidade do Rio de Janeiro, e contava, àquela época, com os valentes Navios Varredores “Javari” e “Jutai”, recém-recebidos da Marinha Americana após terem destacada participação na Segunda Guerra Mundial.

Desde então, a Força foi subordinada a outros Comandos Superiores e teve outras nomenclaturas e sedes, até chegar à atual configuração, com sua sede localizada na Base Naval de Aratu e subordinada ao Comando do 2º Distrito Naval. No que tange aos seus meios subordinados, entre novembro de 1971 e dezembro de 1972, foram incorporados os Navios-Varredores “Aratu”, “Anhatomirim”, “Atalaia” e “Araçatuba”, encomendados junto ao estaleiro alemão Abeking & Rasmussen para substituir os navios ora empregados e, em fevereiro de 1976, foram incorporados os dois últimos Navios-Varredores “Abrolhos” e “Albardão”.

A partir dessa época, as mudanças significativas pelas quais o ComForMinVar passou foram a extensão da vida útil dos Navios-Varredores Classe Aratu, que se deu com a revitalização de diversos sistemas dos meios, e a baixa dos NV Abrolhos e Anhatomirim, nos anos de 2015 e 2016, respectivamente.

60 ANOS DO COMFORMINVAR – PRESENTE E FUTURO NA MB

Neste ano, comemoramos os 60 anos de existência da Força de Minagem e Varredura. É o momento para que se renda uma homenagem sincera a todos aqueles que labutaram ou labutaram arduamente nos conveses de madeira dos NV e àqueles que contribuíram de forma direta para o sucesso alcançado ao longo desse tempo.

EVOLUÇÃO TEMPORAL DA GUERRA DE MINAS

ÉPOCA	II Guerra Mundial	1950 a 1970	1971 a 1990	1991 a 2000	2001 →
MINAS	Minas de Contato, de fundo e de fundeio por influência	Modernização de sensores Minas de múltipla Influência/ Águas rasas e profundas	Redução Estrutural ALT da Composição do material Diminuição de arestas 5 zonas de prof	Incremento da Tecnologia "stealth" Formato irregular Revestimento e Inteligentes	Sofisticação dos sensores Tecnologia "stealth" Formato Irregular e Minas Enterradas
OP. CMM	Pouca sofisticação Varredura	Incremento do Sonar Varredura e Caça Minas	Exigência de maior Modernização dos Sonares Caça Minas	Sofisticação dos Sonares e recuperação da importância da varredura Caça Minas e a Cap. de Varred.	Retirada do Homem do campo minado Caça Minas e Varredura de Influência com Drones

Fonte: Comando da Força de Minagem e Varredura / Ilustração: 1ºSG Severiano

O ComForMinVar é o retrato de uma simbiose perfeita, no qual a dedicação de seus militares permite manter navios de madeira e seus complexos sistemas em atividade operativa por tanto tempo, ao passo que os mais sublimes sentimentos demonstrados pela Força, por cada um daqueles que lá estiveram ou estão, é a prova incontestada de como os nossos briosos Navios-Varredores forjam suas almas. Porém, tem se aproximado o tempo de uma transição entre os nossos atuais equipamentos e meios, por outros que nos aproximem mais do "estado da arte" neste importante segmento da Guerra Naval.

Desde a década de 1970 até os nossos dias, houve muitas mudanças que interferiram no campo da GM. A evolução das minas as levou a possuírem a capacidade de distinção entre os navios e de buscar alvos de modo ativo. Sua versatilidade faz que sejam classificadas desde minas de contato simples àquelas que permitem a seleção de alvos, detonadas por influência acústica, magnética, elétrica, de pressão ou pela combinação de algumas delas.

No mesmo passo, os meios de CMM evoluíram de forma a conseguirem se opor aos novos artefatos, com soluções que vão desde a economia de meios até a oferta de maior segurança aos homens dedicados à GM. Assim, algumas linhas de ação têm sido adotadas com mais frequência como solução para a CMM. A primeira delas é o emprego de meios multipropósitos, que possuem módulos dedicados de contra-minagem para emprego nestes navios, ou, até mesmo, a posse desses módulos para emprego em qualquer tipo de navio disponível para operações. Como exemplo, em 2007, a Marinha dos EUA iniciou a instalação do pacote de equipamentos para realização de caça/varredura de minas no primeiro de

seus LCS, USS Freedom (navio equivalente a uma Fragata, com capacidade de desenvolver 40 nós de velocidade e acompanhar uma FT).

Outro pensamento doutrinário atual visa manter os tripulantes a salvo de riscos desnecessários, mediante o emprego de meios não tripulados para as CMM. Essas embarcações, conhecidas como *Unmanned Surface Vehicles* (USV), têm se mostrado atraentes por combinarem a posse de modernas soluções embarcadas, tripulações remotas especializadas; embarcações submarinas para investigações que se façam necessárias ou para destruição das minas, possibilidade de aproximação e de varredura de áreas de difícil acesso e baixo custo de posse e manutenção.

Há, ainda, uma doutrina que vem sendo desenvolvida em várias Marinhas, que alia o emprego de meios tripulados e não tripulados, conhecida como *stand-off* (*Unmanned where you can, manned where you must*). Por esse modo de emprego, os Navios de Contramedidas de Minagem dedicados continuam como veículos importantes para as CMM, pois, sempre que houver dúvidas quanto aos riscos operacionais em uma área minada ou suspeita tais meios serão imprescindíveis para o cumprimento da missão.

Nossa Marinha encontra-se mergulhada em estudos para as soluções que nos remeterão para o futuro na GM, considerando nossas peculiaridades, como a extensão do nosso litoral e o advento do SN-BR, que exige a operação de CMM, a fim de garantir a segurança nas entradas e saídas de sua Base Naval. Em breve, estaremos dando novos passos rumo a esse futuro, que há de garantir os meios para que o ComForMinVar possa passar os próximos anos fazendo jus ao seu lema: "onde a Esquadra for, nós estaremos".

REFERÊNCIAS:

- CHU, P.; RAY, L.G.; GEFKEN, P. et al. Bomb strike experiment for mine countermeasure. *Semantic Scholar*, [s.l.], 2006. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Bomb-Strike-Experiment-for-Mine-Countermeasure-ChuRay/5cfa65d99f0dbaf075a4850b675b912ffa31321d?sort=relevance&citedPapersSort=relevance&citedPapersLimit=10&citedPapersOffset=0>. Acesso em: 5 jun. 2021.
- HARARI, Yuval N. *Sapiens: uma breve história da humanidade*. 29. ed. Porto Alegre: Editora Harper, 2015.
- SENNA, Cláudio J. A. O poder das minas: seu emprego na estratégia naval contemporânea. *Revista da Escola de Guerra Naval*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, jul./dez. 2011.
- THE REVOLUTIONARY war gave birth to the age of naval ht-mine warfare. *The Drive*, [s.l.], [201-?]. Disponível em: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/4256/the-revolutionary-war-gave-birth-to-the-age-of-naval-htmine-warfare>. Acesso em: 5 jun. 2021.



PRATICAGEM RJ



PROVENDO **SEGURANÇA**

EM ÁGUAS
RESTRITAS



www.praticagemrio.com.br



AUTOMAÇÃO DAS PLATAFORMAS DE SUPERFÍCIE DESAFIOS E IMPACTOS

Capitão de Corveta JOÃO LUCAS PINHEIRO GUIMARÃES **ROSAS**

Encarregado da Divisão de Máquinas do DIAa – CAAML
Aperfeiçoado em Máquinas

FOTO: @AguaAzuis

INTRODUÇÃO

Estatísticas das principais marinhas do mundo apontam que a maior parte dos custos totais envolvendo um navio de superfície, quase 70%, é compreendida por custos para suporte e operação incorridos ao longo da vida útil do meio. Entre esses custos, o de pessoal é o maior contribuinte. Diante disso, a automação surgiu como solução para a redução das tripulações e, também, como alternativa para reduzir o seu custo no ciclo de vida do meio, enquanto a demanda por plataformas capazes, efetivas e flexíveis continuaram a crescer com a evolução das operações militares. O desafio da indústria é prover uma plataforma naval com elevada capacidade e agilidade, enquanto obtiver tecnologia suficiente para suportar a redução do seu complemento.

Um Sistema Integrado de Gerenciamento da Plataforma (IPMS) pode prover a resposta para muitos dos desafios

impostos pela redução da lotação a bordo dos navios. Contudo, para extrair os benefícios de tal sistema, faz-se mister apresentar duas considerações: as características do operador e a tecnologia de suporte. Um entendimento das funções e tarefas do operador permite que o design e os sistemas do navio sejam otimizados de forma a assistir a tripulação na condução de suas tarefas operacionais. Reunindo experiência corporativa, ferramentas e processos, a análise da função e das tarefas pode ser conduzida para o design de determinado navio, tendo como cerne desse processo os objetivos da missão. Enquanto a automação se revela como ferramenta essencial para a redução das tripulações, a otimização da apresentação das informações para a tripulação é necessária para maximizar a efetividade operacional. Assim, para que a redução da lotação seja viável, ela tem de ser parte integral da filosofia de design do navio, ou seja, ela tem de ser planejada, integrada e implementada desde a concepção do meio.

Além disso, a experiência observada em marinhas estrangeiras que passaram pela redução de suas tripulações por meio de automação indicaram resultados variados, dependendo do período de implementação. Foi evidenciado sucesso maior em navios projetados inicialmente com a lotação reduzida em comparação com aqueles que sofreram a alteração de projeto.

Nesse sentido, a Marinha do Brasil iniciou, em 2017, o Programa “Classe Tamandaré”, com o objetivo de promover a renovação da Esquadra com quatro navios modernos, de alta complexidade tecnológica, construídos no país. Quais principais desafios devem ser esperados?

DESAFIOS

Estudos realizados pela Royal Navy descobriram que iniciativas para redução e otimização da lotação em navio que foram implementadas sem a análise devida tiveram efeitos prejudiciais no treinamento da tripulação e na condição do material de algumas classes de navios renomadas. Dessa forma, investimentos em pesquisas e desenvolvimento voltados para a utilização mais eficiente da força de trabalho devem ser implementados, de forma a evitar um equívoco comum de se considerar a tecnologia como uma barreira para esta questão. Na verdade, é justamente o contrário, isto é, a aplicação de tecnologia comprovada e atualmente disponível – com baixo custo, computadores de alta velocidade, interfaces gráficas amigáveis, redes de fibra ótica, comunicação digital em rede, sistema confiável de monitoramento da integridade dos equipamentos, sistemas automáticos de posicionamento do navio e revestimentos resistentes à corrosão e ao desgaste – pode produzir economia substancial na força de trabalho.

Contudo, os estudos apontaram que outras barreiras podem ser encontradas como imposição para romper com a cultura e a tradição, por exemplo, em políticas autoimpostas que habitam ou desencorajam a redução da força de trabalho, ou em uma percepção generalizada da Marinha de que a mão de obra é uma “mercadoria gratuita e não precisa ser restringida”.

Diante de tais desafios, a US Navy promoveu um estudo para examinar e analisar alternativas para redução da tripulação para os navios da classe DDG 51 “Arleigh Burke”, com a expectativa de que as lições aprendidas neste estudo pudessem trazer benefícios não somente aos próprios navios da classe, mas também aos futuros navios que os substituirão. O impulso gerado para reduzir a força de trabalho a bordo gerou questionamentos por si só. O mais importante deles está relacionado à realização do trabalho das tarefas intensivas, tais como controle de avarias. De acordo com o grupo de trabalho, o Controle de Avarias (CAv) é a maior carga da tripulação no que tange ao guarnecimento, e é a evolução mais difícil com a qual se lidar em termos de automação, gerenciamento de informações, desenho e arranjo do sistema e operações de pessoal. O controle de acidentados vem em seguida, em termos de importância, e possui muitos fatores em comum com o CAv. Assim sendo, eles identificaram a necessidade de que, uma vez que o conceito da automação e o nível correspondente de pessoal requerido no controle de dano e de acidentados sejam estabelecidos, então todo o resto deve ser projetado em torno do uso ideal desses sistemas e do número correspondente de homens necessários para operá-los. A introdução da tecnologia e automação para reduzir a lotação dos navios tem um custo que deve ser pago durante o processo de obtenção, ainda na fase de projeto.

No que tange à qualificação da tripulação, a automação gera impactos na forma como a Marinha treina seu pessoal. O uso de treinamentos multimídia reduziu o tempo de aprendizado e melhorou o desempenho individual. O treinamento incorporado garante que técnicos e operadores treinem nos mesmos sistemas que eles mantêm e utilizam. Este é um ponto nevrálgico, pois relatórios de acidentes envolvendo diversas Marinhas, como, por exemplo, os contratorpedeiros USS “Fitzgerald” e USS “John S. McCain” e a fragata HNM “Helge Ingstad”, ocorridos em 2017 e 2018, respectivamente, apontaram como causa o baixo nível de competência e experiência da tripulação, requeridos para operar um navio de conceito e de tripulação eficiente (*Lean Manning Concept*), ou seja, que possui tripulação reduzida em função do elevado grau de tecnologia e automatismo.

“HNoMS Helge Ingstad”
após abaloamento

FOTO: Norwegian Military / USNI News

IMPACTOS

Diante do que foi apresentado, a Marinha do Brasil (MB) deve estar preparada para sofrer mudanças no que se refere à política, aos processos, à cultura e à tradição. Assim, iniciativas para implementação de tecnologia e automação, reduzindo o número das tripulações, deverão abranger, principalmente, as seguintes ações:

- Promover economia de escala, retirando de bordo muitas funções administrativas e realizadas pela tripulação do navio, aumentando o suporte prestado por Organizações Militares (OM) apoiadoras, empresas de manutenção especializadas e Organização Militar de Prestação de Serviço (OMPS);
- Aceitar o incremento dos níveis de risco em eliminar ou aglutinar alguns postos de serviço;
- Investir em tecnologias emergentes que reduziriam o número da tripulação necessária a bordo dos navios da Marinha; e

- Investir em capacitação, provendo cursos e intercâmbios, com o fito de tornar os militares que comporão a tripulação das Fragatas da Classe Tamandaré (FCT), além dos instrutores e inspetores da classe, tecnologicamente experientes e proficientes. Com essa filosofia, os benefícios de uma força de trabalho mais capacitada irão compensar os custos para implementação do automatismo dos navios.

Os resultados em outras Marinhas indicam que este é o caminho a ser seguido. Por exemplo, de acordo com a US Navy, a modernização da classe DDG-51, envolvendo a redução da tripulação, geraria uma economia US\$ 2,7 milhões por navio anualmente.

Dessa forma, apesar de o caminho ser árduo, o processo tem de ser calculado e progressivo. Os benefícios envolvidos nos custos operacionais, o aumento na performance e na eficiência farão das FCT um ponto de inflexão na arquitetura dos navios da MB.

REFERÊNCIAS:

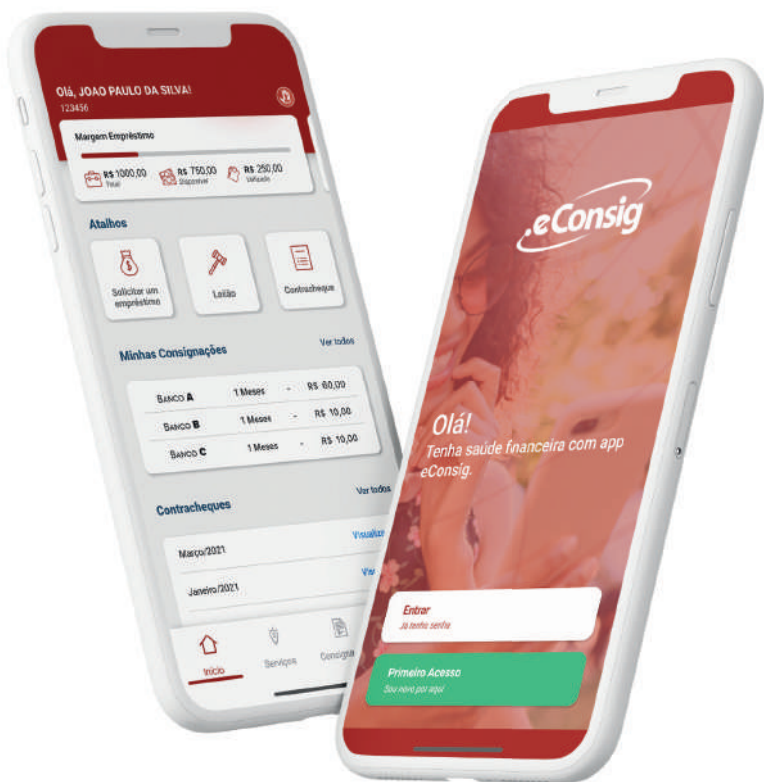
CHILCOTT, J.; KENNEDY, N. Enabling lean manning through automation. In: **Proceedings**. International Ship Control Systems Symposium (ISCSS), 2018, Glasgow. Glasgow: ISCSS, 2018. Disponível em: https://zenodo.org/record/2536976#YQQNNjpv_rc. Acesso em: 20 jun. 2021.

LARTER, David. Report slams norwegian navy for training, safety shortfalls in the run-up to frigate sinking. **Defense News**, [s.l.], 2019. Disponível em: <https://www.defensenews.com/naval/2019/11/12/safety-report-slams-the-norwegian-navy-for-training-safety-shortfalls-in-the-runup-to-frigate-sinking/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

MARINHA DO BRASIL. **Programa Classe Tamandaré**. [Brasília], [2020]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programa-classe-tamandare>. Acesso em: 20 jun. 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Crew size and maritime safety. Washington, DC:National Academies Press, 1990. Disponível em: <https://www.nap.edu/catalog/1620/crew-size-and-maritime-safety>. Acesso em: 20 jun. 2021.

REDUCED Manning. **Global Security.org**, [s.l.], [201-?]. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/reduced-manning.htm>. Acesso em: 20 jun. 2021.



NOVA VERSÃO DO APLICATIVO ECONSIG DESTACA O BEM-ESTAR DAS FAMÍLIAS

O aplicativo eConsig acaba de ganhar uma nova versão com design ainda mais intuitivo e focado no bem-estar das famílias. Uma novidade é o botão de emergência da campanha de combate à violência doméstica, para que os clientes possam denunciar agressões de forma discreta, segura e efetiva.

Além disso, é possível acessar o hotsite especial disponível dentro do aplicativo com todas as informações necessárias para procurar ajuda, inclusive psicológica. Desta forma, servidores, militares e colaboradores que utilizam o aplicativo eConsig já podem atualizá-lo nas lojas App Store e Google Play.



Botão que apoia o combate à violência doméstica

A SU

Google play

Download on the App Store



CONHEÇA TODAS AS NOSSAS SOLUÇÕES

Para acessar a página e saber mais da Zetra, aponte a câmera do seu celular para QR Code.

NEW FEATURES COMING TO THE ECONSIG APP HIGHLIGHT WELL-BEING OF FAMILIES

The new version of the eConsig app has been released with an all-new design and features that promote the well-being of the employees and their families. One of the novelties is an emergency button to combat domestic violence so that users can report aggression in a discreet, safe, and effective manner.

In addition, we developed a special hot site available within the app that contains guides and contact to seek help. Any military personnel or employees can simply download the eConsig app and those already using it can update through the App Store and Google Play store.

LA NUEVA VERSIÓN DE LA APLICACIÓN ECONSIG DESTACA EL BIENESTAR DE LAS FAMILIAS

La aplicación eConsig acaba de obtener una nueva versión con un diseño aún más intuitivo. Y con un enfoque en el bienestar de las familias, otra novedad es la campaña para combatir `proporciona un botón de emergencia para que los clientes que utilizan la plataforma puedan informar acerca de agresiones de forma discreta, segura y eficaz.

Además, puede acceder el hotsite especial disponible en la aplicación con toda la información que necesita para buscar ayuda, incluida ayuda psicológica, para combatir la violencia doméstica. De esta forma los militares y pensionistas que utilizan la tecnología ahora pueden descargar el eConsig en la App Store y Google Play Store, de forma fácil y gratuita.

CONCURSO DE FOTOGRAFIA



MN-QPA **IREMAR VINICIUS DA SILVA CASTRO**
CIAA

CONCURSO DE FOTOGRAFIA



MN-RM2 **IVANILSON OLIVEIRA COSTA DA SILVA**
Com3ºDN



CC **ALEXANDRE NUNES COUTINHO**
NPa0c Apa

O EMPREGO ASuW DAS AERONAVES SH-16

Capitão de Corveta **LEANDRO RODRIGUES DOS SANTOS FILHO**

Chefe do Departamento de Operações – Esquadrão HS-1
Aperfeiçoado em Aviação



FOTO: Marinha do Brasil

INTRODUÇÃO

O helicóptero S-70B é um derivado internacional dos SH-60 SEAHAWK da Marinha dos EUA (*US Navy*) e é uma das mais modernas aeronaves com capacidade de ser utilizada na guerra antissubmarino (ASW) e na guerra antissuperfície (ASuW). Os S-70B foram fabricados pela Sikorsky Aircraft Corporation (SAC) e recebidos a partir do ano de 2012 na Marinha do Brasil. Receberam a designação de SH-16 em função de serem helicópteros (H) antissubmarino (S), além da décima sexta (16ª) aeronave incorporada pela Aviação Naval.

O helicóptero é provido de inúmeros equipamentos, sistemas, sensores e armas, entre os quais destaque: Unidade de Alimentação Auxiliar em voo (APU); Sistema Antigelo; Sistema de Extinção de Incêndio; Sistema de Controle de Temperatura da Aeronave (ECS); Sistema de Controle Automático de Voo (AFCS); Piloto Automático ou Diretor de Voo (FD); tomada de reabastecimento em voo (HIFR); Avionônicos de última geração com configuração necessária para realização de voos por instrumentos, totalmente compatível com a utilização de *Night Vision Goggles* (NVG ou OVN), possuindo ainda quatro *Multi Functional Display* (MFD) no cockpit dos pilotos.

Além dos sistemas descritos acima, as aeronaves são equipadas com dois motores turbo eixo de saída frontal T700-GE-401C, fabricados pela General Electric Company, com as seguintes características: potência máxima contínua de 1.662 cavalos de potência no eixo (SHP); uma potência intermediária de 1.800 SHP por 30 minutos; e uma potência de contingência de 1.940 SHP, disponível durante 2,5 minutos.

Os SH-16 empregam um sonar de profundidade variável ativo de baixa frequência, o HELRAS DS-100 (*Helicopter Long Range Active Sonar*), que tem demonstrado ser um sonar de alto desempenho. Como armamento ASW, utiliza o torpedo MK-46 Mod 5A (SW).

A visão de futuro do esquadrão vislumbra obter a capacidade de operar os SH-16 em toda a sua plenitude operacional. Para isso, foram definidos objetivos estratégicos que impactarão diretamente no emprego tático (ASW e ASuW), quais sejam: reobtenção da capacidade de operação noturna a partir dos navios da MB – já alcançada – readquirindo-se a possibilidade de operar 24h a bordo; desenvolvimento da *expertise* no uso dos OVN, empregando-os de maneira a aumentar a segurança operacional em todos os voos noturnos; conclusão da avaliação operacional dos sistemas da aeronave e operação dos sistemas de contra medidas como CMDS (*Countermeasures Dispense Set – Chaff and Flare*) e IRCM (*Infrared Countermeasures Set*). Este último sendo um sistema diferente dos Flares, também sendo projetado para proteger a aeronave de mísseis guiados a infravermelho (IR), criando falsos alvos de calor de modo a confundir os mísseis.

AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DOS SH-16 (HE) NA GUERRA ACIMA D'ÁGUA (GAD)

“A Guerra Antissuperfície deve fazer uso intensivo do potencial ofensivo de sua própria força de superfície e força aeronaval a fim de evitar o uso efetivo das forças de superfície inimigas”. (ATP, 2002). Dese conceito clássico, já é possível enxergar a vantagem de se empregar taticamente os helicópteros (He) com o propósito de tomar a iniciativa das ações.

Os SH-16 possuem características que aumentam muito as vantagens dos He e diminuem suas limitações na GAD, sendo este um meio excepcionalmente capaz nesse ambiente de guerra. A possibilidade de utilização de tanques externos, até dois, aumenta muito a autonomia da aeronave, sendo possível realizar voos de até cinco horas de duração, o que também aumenta consideravelmente o seu raio de ação.

Toda Ação de Superfície é precedida de uma Operação de Esclarecimento (ATP, 2002); esse é outro conceito que demonstra o fator de força de um SH-16, compondo o binômio navio-aeronave. O HS-1 é largamente empregado em Operações de Busca a contatos de interesse, inclusive SAR; em Operações de Patrulha, inclusive Patrulha Naval (PATNAV); e em missões ISR (*Intellegence, Surveillance e Reconnaissance*). Os sensores da aeronave possuem várias possibilidades e características que podem elevar a classificação e identificar os contatos de interesse, tendo o radar de busca alcance significativo quando combinado com uma altitude de voo compatível com a missão. Os critérios e parâmetros utilizados hoje para a classificação de contatos de superfície não têm relação direta com estas possibilidades da aeronave, não é algo intuitivo e, por vezes, dificulta o processo decisório da tripulação em voo. Esta diversidade de recursos torna-se um valioso artifício para a classificação dos contatos, devendo ser padronizada.

O AN/APS-143C (V)3 da Telephonics é um radar de busca de superfície típico para operação a bordo de He, possui cobertura de 360 graus, grande alcance nominal e capacidade de *tracking* de múltiplos alvos. Possui vários modos de operação: Busca (escalas de Short, 25, 50, 100 e 200 MN); Navegação; Meteorológico; *Enhanced Small Target Detect* (ESTD); SART *Beacon*. Obtém ainda os seguintes submodos: ISAR (Radar de Abertura Sintética Invertida), para imageamento da silhueta do contato; e AIS (Sistema de Identificação Automática). Além disso, detém outra função, denominada *Range Profile*, que permite estimar o comprimento do alvo imageado. Essas últimas características do radar devem fazer parte de critérios objetivos visando facilitar o processo de classificação dos contatos dentro da aeronave.

O *Electro-Optical Sensor System* (EOSS) –AN/AAQ-44 da RAYTHEON é um sensor optrônico capaz de realizar a identificação positiva de alvos de superfície durante as operações noturnas com apresentação condensada de imagens infravermelhas (IR) e das câmeras diurnas. Por ser um dispositivo passivo, não denuncia a presença da aeronave. Possui um sensor *Mid-Wave InfraRed* (MWIR), duas câmeras de TV para luz diurna (DTV) e um laser *Eye-Safe Laser Range Finder* (ELRF) capaz de fornecer distância de alvos acompanhados. Dessa forma, o EOSS (Flir) constitui um equipamento extremamente importante em missões noturnas de esclarecimento.

O LR-100 *Electronic Support Measure* – ESM (MAGE) da Northrop Grumman é um sistema passivo de recepção eletromagnética de amplo espectro radar, que visa monitorar e apresentar as propriedades dos sinais eletromagnéticos captados na área de operações da aeronave. Ele possui capacidade RWR (*Radar Warning Receiver*), que o possibilita prover proteção contra ameaças sendo integrado ao sistema AN/ALE-47 CMDS com lançadores de *chaff* e *flare*. A Doutrina de Guerra Eletrônica (GE) da MB deve manter o seu curso de desenvolvimento; no ambiente da GAD, o emprego dos meios dentro de um plano eficiente de Controle das Irradiações Eletromagnéticas e Acústicas (CIEMA), inclusive nas comunicações, não é compatível com uso indiscriminado do radar da aeronave, o que prejudica a discrição.

A aeronave é equipada ainda com o *Digital Video Recorder* (DVR), equipamento que faz gravação de áudio e vídeo dos EOSS, radar, sonar. O DVR usa uma *Removable Memory Module* (RMM) que pode armazenar até 64GB – ou seis horas de gravação. Possui capacidade de *PlayBack*, inclusive em voo, de eventos de interesse. Cartões do tipo PCMCIA fazem a gravação do ESM, do banco de dados de navegação táticos e de comunicações.

Essas possibilidades de gravação são importantíssimas para setores de inteligência operacional e para o CEGAEM, além de servir como ferramenta para *debriefings* e reconstituição de eventos realizados pelo CASOP.

CAPACIDADE DE COMPILAÇÃO DO QUADRO TÁTICO (TACPLOT)

Os SH-16 dispõem de Sistemas de Gerenciamento de Dados de Missão (TDMS) e Gerenciamento de Navegação (FMS) que são integrados à aeronave, aos seus sensores e aviônicos por meio de barramentos de dados do tipo MIL-STD-1553B.

Essa inovação aumentou muito a consciência situacional, a consciência tática e as possibilidades na cena de ação, inclusive com boa possibilidade de Comando e Controle (C2) a partir da aeronave. Esta característica de C2 já foi, inclusive, experimentada em eventos de Avaliação Operacional (AvOp) dos SH-16 com envolvimento de outros meios, tendo o ODE (Oficial Diretor do Exercício) se estabelecido dentro da aeronave, na estação a ré (cabine da aeronave) para o controle das ações previstas.

A plotagem, por meio do compilador tático (TACPLOT), além da amarração da grade no próprio sistema, traz maior autonomia e precisão para a aeronave durante o seu emprego tático. Os ataques realizados pelos navios da Força a alvos além do horizonte radar (OTHT) devem, preferencialmente, ser realizados em informações repassadas

pelos SH-16 referenciadas em grade, devido à precisão do sistema, privilegiando a discricção – não faz muito sentido usar outro método.

A possibilidade de emprego mais afastado da Força Naval, por vezes à baixa altura, por vezes sob Controle de Emissões Eletromagnéticas (CONSET) traz, invariavelmente, maiores restrições de comunicações com as unidades controladoras das aeronaves ou de formação de aeronaves (GRUHELO), o que pode levar a uma necessidade de modificarmos, eventualmente, o tipo de controle, principalmente quando for esperada essa perda nas comunicações. Os He possuidores de radar e facilidades de plotagem (TacPlot) podem e devem navegar de forma independente para otimizar o seu emprego de acordo com o plano aéreo especificado, salvo quando algum meio de superfície tenha contato provável ou possivelmente hostil.

As normas de comportamento e regras de engajamento no emprego da aeronave podem e devem ser estabelecidas, a fim de explorar essas possibilidades dos SH-16 na GAD.

ATAQUE COM MÍSSIL AR-SUPERFÍCIE (MAS)

A aeronave também dispõe de um Sistema de Gerenciamento de Armas (*Weapons Management System* – WMS) que, conectado ao barramento de missão, provê gerenciamento, controle e interface entre os cabides de carga (Bomb racks – BRU-14/A), o sistema de controle do míssil (*Missile Control System* – MCS) e o painel de armamento, de onde se comanda o disparo. O MAS Penguin Mk2 Mod7 foi desenvolvido especificamente para He e é um míssil de curto a médio alcance, com guiamento IR, propulsão por motor foguete, com capacidade *sea skimmer* e do tipo dispare-e-esqueça (*Fire and Forget*), o que deixa a aeronave fora do alcance antiaéreo da maioria das unidade levemente defendidas.

A solução de tiro pode ser obtida por meio de informação do radar, do telêmetro laser (EOSS) ou por meio de fixo MAGE (ESM). O *offset* (arco de disparo) permite a aeronave lançar de qualquer direção (360 graus) sem mudar a proa, existindo ainda a possibilidade de trajetória direta ou oblíqua (*doglegs*) até o alvo, o que nega ao inimigo reagir com ataque de contra-bateria disparando na direção da trajetória do míssil. Na fase terminal, ele é controlado pelo seu sensor passivo infravermelho (IR) ativado a uma distância preestabelecida. O *seeker* (buscador) tem capacidade de contramedida contra *flares* e é completamente imune a interferências eletrônicas.

Estas características oferecem maior flexibilidade no posicionamento do He na hora de efetuar o disparo e tais possibilidades podem e devem ser melhor exploradas em novas táticas de ataque coordenado, principalmente entre aeronaves.

A AQUISIÇÃO DE UM SIMULADOR TÁTICO (TOFT)

O TOFT SH-16 (*Tactical Operational Flight Trainer*) é um treinador de voo com alto grau de realismo que será utilizado para o necessário treinamento sob todas as situações possíveis de emergência da aeronave, incluindo emergências do sonar HELRAS DS-100; será utilizado para a instrução e qualificação de voo; mas, também, será essencialmente utilizado para treinamentos de emprego tático (ASW e ASuW) das tripulações.

O TOFT é um conjunto de dois simuladores fabricado pela empresa canadense CAE, que é líder mundial na fabricação desse tipo de equipamento. O OFT (*Operational Flight Trainer*) representa a réplica do cockpit dos SH-16, possuindo a base fixa e os assentos móveis sendo destinados aos pilotos. Já o WTT (*Weapons Tactics Trainer*) representa as estações do TSO (*Tactical Sensor Operator*) e do ASO (*Acoustic Sensor Operator*), que ficam a ré do cockpit da aeronave, tendo o propósito treinar os Operadores de Sensores de Aviação (praças AV-VS) do esquadrão na operação do Radar, Sonar, MAGE e EOSS.

Tanto o OFT quanto o WTT podem operar em conjunto em um mesmo ambiente ou separadamente em ambientes distintos por meio de tecnologia HLA (*High Level Architecture*). Tal fato é importante para permitir o treinamento específico de cada grupo ou da tripulação como um todo, tornando, assim, o simulador mais eficiente em termos de custos de operação. Existem estações de instrutoria distintas: FIS (*Flight Instructor Station*) e SIS (*Sensor Instructor Station*), além de uma estação específica para o instrutor tático (TIS – *Tactical Instructor Station*), que tem o objetivo de desenvolver e avaliar os exercícios táticos no OFT e no WTT. Após o exercício simulado, ainda é possível rever toda a atividade de voo realizada em uma estação de *debriefing* (MDS – *Mission Debriefing Station*), em que situações pontuais podem ser corrigidas.

Será grande desafio para o CIAAN e para o EsqdHS-1 implementarem o uso desse equipamento com o objetivo de alavancar as qualificações e aumentar o aprestamento das tripulações já a partir de 6 de outubro deste ano, quando se dará o *Ready for Training*, o que marcará o início de seu uso efetivo, estando terminado o processo de recebimento pelo GFRHME (Grupo de Fiscalização e Recebimento do Helicóptero Multi Emprego). Com certeza, o uso deste equipamento aumentará sobremaneira a eficiência e eficácia do esquadrão no cumprimento da sua missão.¹

O USO DOS OVN

Nas ASPIRANTEX/21 e ADEREX-AERNAV/21 foram realizados os primeiros voos de emprego tático (ASW e ASuW) assistidos com os OVN, onde, além de usufruir do

aumento no nível de segurança operacional, conclusões sobre a exploração tática desse equipamento estão sendo adquiridas.

A consolidação da operação a bordo com OVN atingida, mitigando os riscos associados ao uso desse equipamento, trouxe relevantes ganhos operacionais e de Segurança de Aviação (SegAvi) permitindo, inclusive, estabelecer alguns “relaxamentos” no processo de qualificação em pouso a bordo noturno dos pilotos. Essa vantagem permite maior flexibilidade e menor dispêndio de quantidade de Horas de Voo (HV) na qualificação dos pilotos, o que, em última análise, também permitirá a transição e qualificação de número maior de novos pilotos, aumentando a massa crítica de tripulações disponíveis para cumprir missões noturnas a partir de navios, revelando mais um fator de força obtido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os SH-16 trouxeram muitas possibilidades e inovações, inclusive na GAD, em que a aeronave tem enorme potencial. A vastidão da Amazônia Azul é seu habitat natural. O emprego em cenários de menor complexidade como de PATNAV, no âmbito dos Distritos Navais, também é perfeito e pode ajudar na diversificação do emprego e captação de recursos extras.

Com as futuras Fragatas Classe Tamandaré (FCT), teremos um casamento perfeito do binômio navio-aeronave operando mais afastado do Corpo Principal (CP), aumentaremos o alarme antecipado, a defesa em profundidade e o potencial do SH-16. A possibilidade de operação com os novos navios de escolta é o objetivo central na nova estratégia do HS-1.

Com o CAAML, devemos aumentar o intercâmbio interno propondo adestramentos no simulador (SSTT) daquela Organização Militar (OM), envolvendo a “Div. GAD” e os

Controladores Aerotáticos (CAT). Dessa forma, poderemos experimentar novas possibilidades dos SH-16 e desenvolver uma Doutrina de Emprego da aeronave em um ambiente simulado e de troca de informações. O HS-1 dará um passo largo com a chegada do TOFT SH-16.

Aqui, termino esta matéria da mesma forma de quando escrevi sobre o emprego ASW dos SH-16:

A quebra de paradigmas só é efetivada quando se consegue demonstrar as vantagens e desvantagens e as possibilidades de emprego. A incorporação de novas aeronaves e tecnologias, na Aviação Naval, fala por si só. Devemos combater o pragmatismo, buscando soluções criativas para aumentar o nível operativo da nossa Marinha.

NOTA:

1. Missão do Esquadrão: Detectar, localizar, acompanhar e atacar submarinos e alvos de superfície, a fim de contribuir para a proteção das forças e unidades navais.

REFERÊNCIAS:

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **Doutrina Militar Naval** (DMN). Brasília, DF: EMA, 2017.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. **ATP-1** (C): allied maritime tactical instructions and procedures. Bruxelas: NATO, 2002.

SANTOS FILHO, Leandro R. Voo com Óculos de Visão Noturna (OVN): os primeiros passos do 1º Esquadrão de Helicópteros Antissubmarino (parte II). **Revista “A Macega”**, São Pedro da Aldeia, [2021]. No prelo.

SANTOS FILHO, Leandro R. O emprego ASW das aeronaves SH-16. **Revista “A Ma-cega”**, São Pedro da Aldeia, 2019.

SIKORSKY. **Brazil Navy Helicopter Flight Manual: MODEL S-70B AIRCRAFT**. mod. 7. [Stratford]: Sikorsky, [2019].

SILVA, Bruno F. C. TOFT SH-16: Uma nova ferramenta de qualificação, treinamento e padronização de pilotos e operadores de sensores. **Revista “A Macega”**, São Pedro da Aldeia, 2020.



TROFÉUS OFERECIDOS PELO CAAML 2021



TROFÉU DULCINECA - Fragata "Defensora"



FIXO MAGE - Fragata "Constituição"



POSITICON
SO-OR Wesley Falk



UNO LIMA - Fragata "Defensora"



ALFA MIKE - Fragata "União"



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.

Crédito Imobiliário Digital com juros ainda mais baixos.

4 opções
de correção
do saldo
devedor



ACESSE

SIMULE

CONTRATE

POUPEX

poupex.com.br

CAAML

EM NÚMEROS

SETOR DE CURSOS

Cursos: 56
Turmas: 312
Alunos: 4.953

NÚCLEO DE ENSINO A DISTÂNCIA

Cursos: 12
Turmas: 40
Alunos: 1413

SETOR DE ADESTRAMENTOS

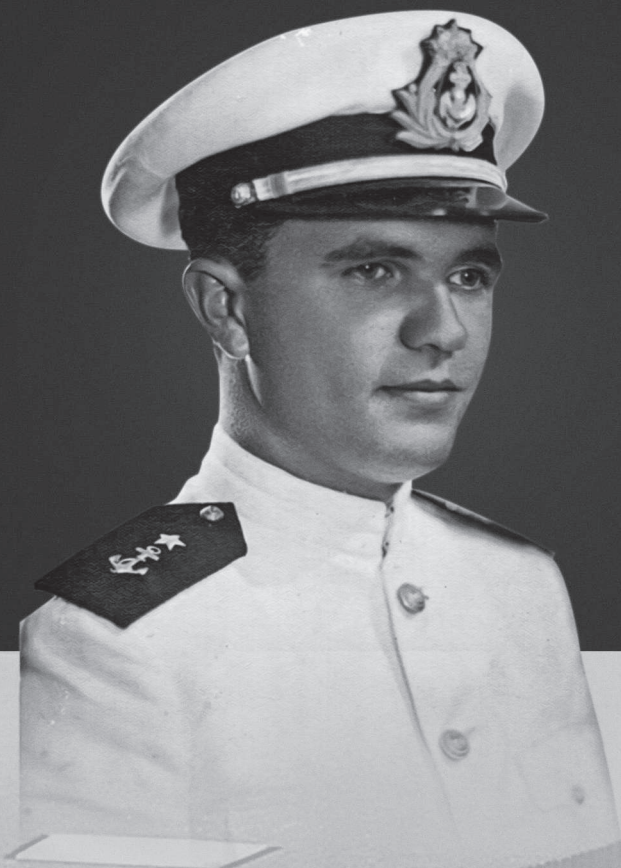
Adestramentos em Simuladores	743	Alunos 4.946
Adestramentos de Combate a Incêndio	276	Alunos 4.211
Adestramentos de Avarias Estruturais	219	Alunos 3.120

TOTAL

Adestramentos: 1.238 Alunos 12.277

OBS: Dados coletados de SET/2020 à AGO/2021





TRIBUTO *IN MEMORIAM* DO ALMIRANTE
Luiz da Motta Veiga



O Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML) dedica este espaço para honrar o Almirante Luiz da Motta Veiga, que deixou o nosso convívio em 29 de maio deste ano, aos 100 anos de idade.

Nascido em 23 de dezembro de 1920, no estado do Rio Grande do Norte, ingressou na Marinha pela Escola Naval, sendo declarado Aspirante em 2 de abril de 1938. Em 4 de setembro de 1942 foi nomeado Guarda-Marinha e promovido ao posto de Contra-Almirante em 25 de julho de 1966.

Foi o sétimo Comandante deste Centro de Adestramento, entre os anos de 1954 e 1956. Ademais, atuou como instrutor de Tática Antissubmarino para Oficiais e Praças.

Ao longo de sua carreira, o Almirante também comandou os Contratorpedeiros Benevente e Pernambuco, acumulando importantes medalhas e condecorações, entre as quais se destacam a Medalha Naval de Guerra de Serviços Relevantes, a Medalha da Vitória, a Ordem do Mérito Naval, a Medalha Mérito Tamandaré.

Oficial dedicado e dotado de invulgar inteligência, o Almirante Motta Veiga deixou vultuoso legado de bons serviços prestados à Marinha e também à Pátria. Que sua brilhante carreira naval, bem como seu exemplo de conduta, inspirem as gerações de marinheiros atuais e as que virão.



MINHA SUA NOSSA MARINHA

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

