



REVISTA

www.mar.mil.br/caaml

# PASSADIÇO



Edição 40

Ano XXXIII

2020

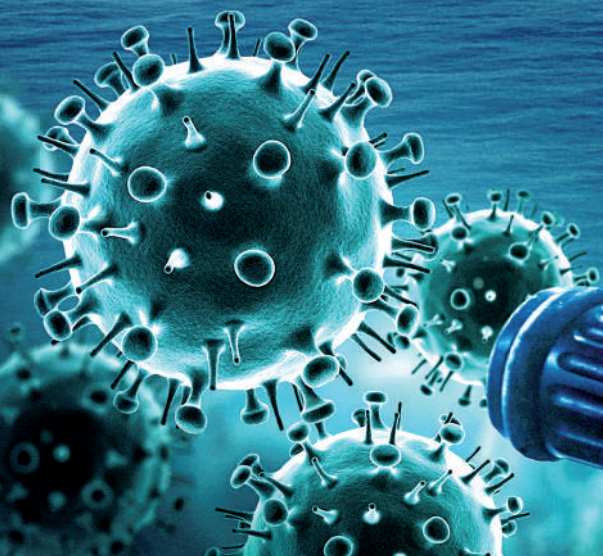


A REVISTA DA SUPERFÍCIE

## A FORÇA NAVAL E O COVID-19

OS DESAFIOS DA FORÇA PRONTA  
EM FACE DA PANDEMIA DO COVID-19

## A EVOLUÇÃO DAS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS



NOVOS PARADIGMAS PARA  
A SEGURANÇA MARÍTIMA NA  
**AMAZÔNIA AZUL**

CAAML - 77 ANOS ADESTRANDO EM TERRA E NO MAR

# COMANDANTES

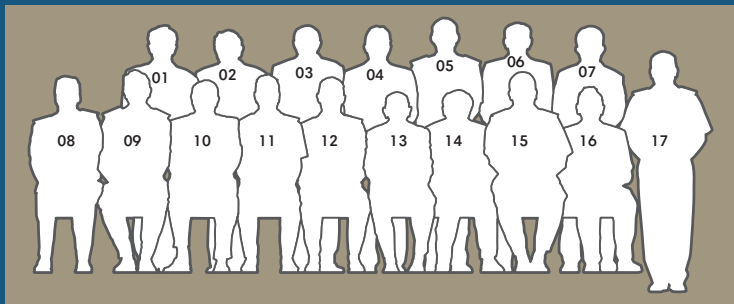


Vice-Almirante

**CLAUDIO HENRIQUE MELLO DE ALMEIDA**

Comandante em Chefe da Esquadra

(Comandante do CAAML no período de 25/03/2013 a 20/03/2014)



**08** AE José Augusto Vieira da Cunha de Menezes  
Diretor-Geral do Material da Marinha  
(ComemCh no período de 25/03/2019 a 17/12/2019)



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
<b>13</b> CMG	Alfredo Karam	18/07/1967
CF	Alex Hennig Bastos	11/10/1968
<b>02</b> CF	João Baptista Torrents Gomes Pereira	26/11/1968
CF	Mauro Affonso Gomes Lages	13/02/1970
CMG	Milton Ribeiro de Carvalho	13/03/1970
CF	Odyr Marques Buarque de Gusmão	01/06/1971
CMG	Nelson de Albuquerque Wanderley	09/03/1972
CMG / CAIte	José Maria do Amaral Oliveira	12/07/1973
CF	Airton Cardoso de Souza	30/04/1975
CMG	Alex Hennig Bastos	16/05/1975
CF	Airton Cardoso de Souza	28/12/1976
CMG	Claudio José Correa Lamego	18/02/1977
<b>06</b> 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
<b>16</b> CMG / CAIte	Roberto de Oliveira Coimbra	14/09/1984
<b>01</b> CF	Américo Annibal de Abreu	09/04/1985
CMG / CAIte	Waldemar Nicolau Canelas Junior	25/04/1985
CMG / CAIte	Sergio Martins Ribeiro	05/05/1986
<b>14</b> CMG / CAIte	José Alberto Accioly Fragelli	19/04/1988
CMG / CAIte	Augusto Sérgio Ozório	24/08/1989
<b>10</b> CMG / CAIte	Jeronymo F. Mac Dowell Gonçalves	23/04/1991
CMG / CAIte	Newton Righi Vieira	03/12/1992
CMG	Delcio Machado de Lima	12/04/1994
<b>03</b> CMG	Luiz Augusto Correia	12/01/1996
<b>07</b> 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
<b>04</b> CMG	José Geraldo Fernandes Nunes	12/09/2000
CMG / CAIte	Arnaldo de Mesquita Bittencourt Filho	31/01/2003
CMG	Gilberto Rodrigues Ornelas (interino)	09/02/2004
CMG	Nelson Garrone Palma Velloso	26/04/2004
<b>12</b> CMG	Ilques Barbosa Junior	14/01/2005
<b>11</b> CMG / CAIte	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
CMG	Claudio Henrique Mello de Almeida	25/03/2013
<b>15</b> CMG	Sergio Fernando de Amaral Chaves Junior	20/03/2014
<b>09</b> CMG / CAIte	Eduardo Machado Vazquez	24/07/2015
CMG	Eduardo Augusto Wieland	18/04/2016
<b>05</b> CMG	Antonio Carlos Cambra	27/10/2017
<b>17</b> CMG	Marcelo Menezes Cardoso	31/01/2019
CMG	Alexandre Taumaturgo Pavoni	25/03/2020

# EDITORIAL



**E**stimados leitores, “O pessimista se queixa do vento, o otimista espera que ele mude e o realista ajusta as velas.”

A citada frase é de autoria de William George Ward (1812-1882), escritor e teólogo inglês, famoso por seus artigos acerca do livre arbítrio, e evidencia uma característica fundamental dos bons marinheiros: a capacidade de adaptação. Enfrentar adversidades, por vezes imprevisíveis, faz parte do cotidiano do homem do mar. Ser previdente, respeitar as forças da natureza e manter a proa no rumo seguro, ajustando as velas sempre que necessário, é o que deve ser feito. Alguns perdem tempo demais enfatizando prejuízos e perdas, quando, na verdade, o foco principal é o cumprimento do dever. Deve-se tomar cada dificuldade que surja no horizonte como um motivador desafio a ser superado, com serenidade e firmeza, em benefício da Pátria e da Marinha.

Diante de más condições de vento e corrente, o caminho que resta para a obtenção de resultados efetivos é manter o ânimo e a determinação, visando, incansavelmente, atingir os objetivos traçados. A despeito de quaisquer dificuldades que são ou já foram enfrentadas, no presente ou no passado, durante toda a história, a Marinha do Brasil (MB), sob o timão firme dos seus líderes, sempre priorizou o cumprimento da missão. Assim sempre será, por uma Marinha forte e um Brasil soberano.



**ALEXANDRE TAUMATURGO PAVONI**  
Capitão de Mar e Guerra  
Comandante

O lançamento da 40ª edição da Revista Passadiço, juntamente com a comemoração de 77 anos do nosso querido Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML), chega em momento de mar grosso e visibilidade reduzida. A crise global, desencadeada pela pandemia do COVID-19, impactou o funcionamento das diversas instituições internacionais e nacionais, de modo que a MB e o próprio CAAML demandaram de seus integrantes, mais do que nunca, extrema dedicação, permeada por constante estado de alerta, a fim de superar os novos obstáculos impostos e manter, com segurança, a nossa capacidade operacional e de adestramento. Assim, como o nosso mascote, o Camaleão, que além de alterar sua coloração pode manter um dos olhos na presa e outro no ambiente, nos adaptamos.

Apesar dos inúmeros ajustes e desafios decorrentes do momento atual, seguimos avançando a todo pano em nossas tarefas, como fizeram nossos antecessores. Nossa missão, como organização militar de instrução e adestramento de excelência, permanece, desde 1943, focada em capacitar o pessoal da Esquadra para a guerra no mar. Dessa forma, a presente edição traz múltiplos temas de relevante importância, que, temos certeza, irão despertar o interesse da leitura e provocar reflexões sobre os assuntos abordados.

Entre os tópicos profissionais e técnicos aqui publicados, destacam-se os artigos enviados por nossos colaboradores. Esses textos, juntamente com os artigos assinados por oficiais deste Centro e pelos vencedores da competição de “Melhores Artigos”, agregam significativo valor para nossa revista.

Sejam bem-vindos a bordo da Revista Passadiço! Boa navegação!

## SUMÁRIO

### ARTIGOS PREMIADOS

- 06 O *Food Defense* como um novo conceito para a Segurança Orgânica
- 10 Armas Termobáricas: o estado da arte das Cargas Explosivas
- 14 Novos paradigmas para a Segurança Marítima na Amazônia Azul

### ENTREVISTA

- 04 A importância do Contínuo Adestramento das Tripulações dos Navios. Entrevista com o Capitão de Mar e Guerra - Refº AIRTON Cardoso de Souza

### ARTIGOS INTERNOS

- 18 A Força Naval e o COVID-19: os desafios da Força Pronta em face da pandemia do COVID-19
- 24 A2/AD e a Segurança Marítima nas Águas Jurisdicionais Brasileiras
- 28 Sensores Quânticos: uma revolução nos assuntos militares para as Operações Navais?
- 34 Nova Estação Antártica “Comandante Ferraz”
- 38 Sistema HF Celular
- 42 A Reação da Esquadra contra o COVID-19
- 50 O Emprego de Meios de Superfície não Tripulados
- 56 Como sobreviver ao impacto de um Míssil Antinavio
- 62 A evolução das Aeronaves Remotamente Pilotadas – RPA
- 66 Radar 3D
- 74 A evolução do NVD até o FLIR: capacidades e aplicações em proveito dos Meios de Superfície
- 80 Navios de Defesa de Mísseis Balísticos
- 88 Míssil Antirradiação
- 92 Os riscos da ausência do Fator Humano nos Passadiços dos Navios não Tripulados

### SEÇÕES

- 70 Atividades da Esquadra
- 72 Eventos do CAAML
- 96 CAAML em números

### PRÊMIOS

- 48 Prêmio Contato CNTM
- 86 Concurso de fotografias
- 91 Troféus oferecidos pelo CAAML



### REVISTA PASSADIÇO

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

**Marcello** Ferreira da Cruz  
Capitão de Mar e Guerra  
Imediato

#### Editor Chefe

Ulysses Augusto Magalhães Dantas **Itapicuru**  
Capitão de Fragata  
Chefe do Departamento de Estudos e Pesquisas

#### Diretora de Redação

**Adriene** Dafne Vieira da Silva  
Primeiro-Tenente (RM2-T)

#### Colaboradores

CMG (RM1) Sergio Ricardo **Mateus**  
CC **Glauco** Figueiredo  
CC **Thiago** dos Santos Guimarães  
CT **Jonatan** Ferreira da Costa  
SO-OS **Paulo Roberto** da Conceição Soares  
SO (ET-RM1) **João Batista** Lima Saraiva  
3SG-ES **William** de Souza Rodrigues  
3SG-ET **Heitor** Sthênio de Sena da Silva  
CB-ES Welton Davi **Arruda** da Silva

#### 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 **Quiriri Serviços de Praticagem, Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A – AMAZUL, Collins Aerospace, SKM Engenharia de Automação e Assistência Técnica e United Aeronautical Corporation – UAC;** e

**Apoiadoras** – **SECIRM** – Secretaria da Comissão Interministerial para Recursos do Mar, **Leonardo** do Brasil, Grupo **MAPMA** – Soluções financeiras, seguros e benefícios e **SOAMAR-RIO** – Sociedade dos Amigos 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](mailto:caaml.passadico@marinha.mil.br)

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

#### Nossa Capa:

Composição fotográfica representando o empenho da Força Naval no combate ao COVID-19.



**AMAZUL**

Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A.

## A AMAZUL NA VIDA DAS PESSOAS

A Amazul – Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. desenvolve tecnologias para o Programa Nuclear da Marinha, Programa de Desenvolvimento de Submarinos e Programa Nuclear Brasileiro. São projetos que visam melhorar a saúde e a qualidade de vida das pessoas, garantir a segurança energética e defender a soberania do País.

A Amazul projeta, em parceria com a Comissão Nacional de Energia Nuclear e a argentina Invap, o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), que tornará o Brasil autossuficiente na produção de radiofármacos usados no diagnóstico e no tratamento de doenças como o câncer, entre outras aplicações.

Atua também no programa de implantação de boas práticas de fabricação no Centro de Radiofarmácia, que produz e distribui para todo o País diversos radiofármacos.

Parceria com o Instituto Dante Pazzanese permitirá o aperfeiçoamento de um motor para uma bomba que auxiliará o bombeamento de sangue no coração enquanto o paciente aguarda um órgão para transplante. O dispositivo, chamado Coração de Jatene, adota a mesma

tecnologia empregada nas ultracentrífugas para o enriquecimento de urânio.

Com a Eletronuclear, projeta a extensão da vida útil da usina nuclear de Angra I e está capacitada para participar da conclusão de Angra III, empreendimentos que visam aumentar a oferta de energia elétrica e a segurança energética do país. A empresa também atua na fabricação de centrífugas que são fornecidas para as Indústrias Nucleares do Brasil para o enriquecimento do urânio, que se transforma em combustível nuclear e é enviado às usinas de Angra.

Junto com a Marinha, desenvolve programas voltados para a construção de reator e produção de seu combustível, usados tanto para a geração de energia elétrica quanto para a propulsão do submarino nuclear, que tem o objetivo de proteger nossa Amazônia Azul e defender a soberania nacional. Com sua atuação no PROSUB, a Amazul contribui para o fortalecimento da Base Industrial de Defesa.

A gestão do conhecimento integra o portfólio de negócios da Amazul e pode ser implantada em outros empreendimentos.

**Tecnologia nacional em benefício da sociedade**



# A IMPORTÂNCIA DO CONTÍNUO ADESTRAMENTO DAS TRIPULAÇÕES DOS NAVIOS

Entrevista com o Capitão de Mar e Guerra - Refº

**AIRTON CARDOSO DE SOUZA**

**A** Equipe Editorial da Revista Passadiço teve a oportunidade de entrevistar, nesta edição de número 40, o Capitão de Mar e Guerra (CMG) AIRTON Cardoso de Souza. Nascido em 09 de junho de 1934, o CMG Airton ingressou na Marinha do Brasil (MB) em 16 de abril de 1951 pelo Colégio Naval e comandou este Centro em dois períodos entre os anos de 1975 e 1977.

**“ESTAR À FRENTE DE UM EFETIVO ENTUSIASMADO, PROFISSIONAL E COMPROMETIDO COM A MISSÃO DE TREINAR AS MAIS VARIADAS EQUIPES DA NOSSA MARINHA”**



Cerimônia da Passagem de Comando do CF AIRTON Cardoso de Souza (à direita) para o CMG Claudio José Correa LAMEGO em 18 de fevereiro de 1977.



Decorrente da pandemia vivenciada na atualidade e seguindo os protocolos de segurança, esta entrevista não foi realizada pessoalmente.

No auge de seus longevos 86 anos de idade, o oficial, ainda vibrante e orgulhoso acerca de nossa Instituição, compartilhou um pouco de sua memória e sabedoria ao nos conceder esta entrevista. Quando perguntamos sobre sua melhor lembrança como Comandante do CAAML, o CMG Airton respondeu que “foi a de estar à frente de um efetivo entusiasmado, profissional e comprometido com a missão de treinar as mais variadas equipes da nossa Marinha”; e complementou afirmando que seu maior desafio como Comandante do CAAML “foi, com certeza, a responsabilidade de garantir este legado para as futuras gerações de comandantes”.

Ainda, o CMG Airton enfatizou a importância do contínuo adestramento das tripulações dos navios como sendo fundamental para que a Esquadra tenha oficiais e praças treinados no mais alto nível de capacitação, de modo a enfrentarem quaisquer tipos de problemas a bordo e que, mesmo diante da hipótese de enfrentamento de uma doença altamente contagiosa, como é o caso vigente da pandemia do

COVID-19, sua visão seria a de manter os treinamentos, o máximo possível, em face das restrições impostas pelas medidas de prevenção ao contágio.

Por fim, o CMG Airton, aconselhando aqueles que estão começando na carreira naval, apontou que o caminho seria o constante treinamento, pois, segundo nosso ex-comandante, “é por meio do aprendizado teórico e prático que se tornarão oficiais e praças preparados para os desafios da nossa Marinha”.

**“É POR MEIO DO APRENDIZADO QUE SE TORNARÃO OFICIAIS E PRAÇAS PREPARADOS PARA OS DESAFIOS DA NOSSA MARINHA”**

Ao final da entrevista, o CMG Airton agradeceu pela oportunidade da entrevista e encerrou com a lembrança do grito: “PÉ NA BORDA DULCINECA!”





# O FOOD DEFENSE COMO UM NOVO CONCEITO PARA A SEGURANÇA ORGÂNICA

FOTO: www.standard.co.uk

Capitão-Tenente (AA) **MARCELO BARBOSA DE ANDRADE**

Instrutor de Segurança Orgânica - CIM  
Graduado em História

Primeiro-Tenente (FAB) **RAFAELA MOLEDO DE VASCONCELOS**

Nutricionista - GABAER  
Graduada em Nutrição e Doutora em Vigilância Sanitária

## INTRODUÇÃO

O comprometimento da qualidade dos alimentos pode ocorrer em qualquer etapa da cadeia produtiva, podendo ser: biológico, químico, físico e radiológico. De acordo com Forsythe (2013), a contaminação não intencional pode ocorrer devido a fatores como higiene pessoal insuficiente e monitoramento inadequado dos processos. Entretanto, se a contaminação for intencional, ela pode ser causada, como afirma Valois (2016), por um indivíduo ou por vários grupos, como ecoterroristas, e com motivações diversas, entre outras: ideológica, política e religiosa.

Qualquer que seja a motivação, o uso de alimento – um ativo sensível – contaminado como forma de agressão tem o potencial de atingir um grande número de pessoas e provocar

o pânico. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o terrorismo alimentar pode ser definido como:

Um ato ou ameaça de contaminação deliberada de gêneros alimentícios para o consumo humano ou animal com agentes químicos, biológicos, radioativos ou nucleares, com o objetivo de causar dano ou morte ou de alterar a ordem social, econômica ou política estabelecida. (SEVERINO e ALMEIDA, 2017).

E se esse tipo de atentado for contra as Forças Armadas? Neste sentido, Peixoto e Melo (2019) alertam para os casos de surtos alimentares, provocados pela ingestão de víveres contaminados, que o tornam capazes de comprometer o poder combatente de uma Força Militar, como as unidades



navais que compõem uma Força-Tarefa Marítima em missão pela Organização das Nações Unidas (ONU), e produzir muitas baixas ou, até mesmo, neutralizar um navio de guerra sem ao menos ter sido disparado um míssil contra ele. Ainda, citam vários casos em que doenças relacionadas a alimentos contaminados, nos campos de batalha, foram responsáveis por provocar mais óbitos do que no combate propriamente dito.

Desta forma, é sabido que todo pessoal envolvido na Segurança Orgânica (SegOrg<sup>1</sup>) deve estar atento aos mais variados tipos de ameaças. Pelo fato da SegOrg estar em constante evolução, este artigo tem por objetivo sugerir a incorporação de mais um grupo de medida a esse segmento da Contraineligência: o *Food Defense*.

## O FOOD DEFENSE

Para nivelar conhecimento, é importante conhecer as seguintes definições:

- *FOOD SECURITY* (Segurança Alimentar): refere-se ao conceito de implantação de políticas públicas com o intuito de garantir a todas as pessoas, em todas as épocas e no mundo todo, o direito de acesso a alimentos em qualidade nutricional e quantidade apropriadas para uma vida saudável e ativa.
- *FOOD SAFETY* (Segurança dos Alimentos): previne a contaminação acidental de natureza biológica, química e/ou física.

- *FOOD DEFENSE* (Defesa dos Alimentos): previne a contaminação intencional de produtos, em que indivíduos, motivados ideologicamente ou não, deliberadamente podem fazer uso de agentes biológicos, químicos, físicos ou, ainda, radiológicos com o objetivo de causar prejuízos diretos às organizações, aos governos ou à população em geral.

O conceito de *Food Defense* surgiu nos EUA, no ano em que ocorreram os atentados terroristas do dia 11SET2001. Como resposta a tais acontecimentos, a agência federal dos EUA, *Food and Drug Administration* (FDA), juntamente com outras agências, desenvolveu medidas para proteger o fornecimento de alimentos do país de ataques maliciosos. O próprio secretário de saúde do primeiro governo de George W. Bush, Tommy Thompson, afirmou não conseguir entender por que os terroristas ainda não atacaram os suprimentos de alimentos nos EUA, pois considerava muito fácil fazê-lo. Por isso, é correto afirmar que a cadeia dos alimentos é vulnerável a ataques e um alvo em potencial.

O plano de *Food Defense* deve ser tratado como sendo o principal documento do sistema de defesa alimentar. Além de garantir o fornecimento de produtos de qualidade, ele prevê um aumento da capacidade de resposta perante uma situação de crise. Deve ser planejado, documentado e adaptado à estrutura da organização. E, de acordo com Praia (2017), um plano de *Food Defense* também deve incluir o compromisso da gestão de alta direção, as responsabilidades e as funções de todos os colaboradores claramente descritas.

O ideal é que esta ferramenta, o plano de *Food Defense*, seja associada às boas práticas para o controle higiênico e sanitário dos alimentos, que já devem estar previamente implementadas como está descrito em norma do Ministério da Defesa:

Art. 61. O Serviço de Alimentação da Organização Militar deve dispor de Manual de Boas Práticas e de Procedimentos Operacionais Padronizados. Esses documentos devem estar organizados, aprovados, datados e assinados pelo responsável pelo Serviço de Alimentação e disponíveis para fim de inspeção. (MD-42-R-01)

Para adotar o *Food Defense*, é fundamental que alguns pontos, além dos comumente observados nos Planos de Segurança Orgânica, sejam considerados,



FOTO: www.defense.gov

como: rastreabilidade, *recall* e resposta a emergências. Outro aspecto é o chamado Ponto Crítico de Defesa, que é definido como sendo qualquer ponto em um sistema ou processo em que o efeito da contaminação intencional pode ser ampliado, como um reservatório de água.

Durante o planejamento, devem-se buscar medidas de controle adequadas às ameaças e, para isso, é necessário realizar uma análise de risco abordando as ameaças, as vulnerabilidades e as consequências, e é imprescindível que seja executada nas etapas iniciais do desenvolvimento do programa. Algumas perguntas devem ser respondidas: Quem pode querer nos atacar? Como eles podem fazer isso? Onde estamos vulneráveis? Como podemos impedi-los?

### ANÁLISE DE RISCOS

Em se tratando de alimentos, devemos nos preocupar em proteger os víveres contra ataques intencionais. Uma das características deste tipo de ameaça é a imprevisibilidade, que dificulta a análise tradicional de risco baseada em probabilidade e severidade.

Durante a análise de riscos, deve ser feito um levantamento dos tipos de agressores (terroristas, manifestantes ou empregados insatisfeitos), dos tipos de agentes utilizados (biológicos, físicos, químicos ou radiológicos), das situações de ameaças (capacidade de colocar em prática uma ameaça, direcionamento a um objetivo específico, conhecimento do ambiente e existência de algum potencial grupo agressor) e dos métodos de ataque (externo, entrada forçada, entrada encoberta e comprometimento de informação privilegiada).

Outro fato a ser considerado é o baixo índice de notificação dos casos, o que pode incentivar a ação de agressores, como mostra a figura abaixo:

Mesmo com a possibilidade remota de acontecer, a contaminação intencional dos alimentos pode causar grande impacto na organização. É o caso que, segundo Taleb (2015), se pode associar à lógica do “Cisne Negro”, que possui três características:

1. É impactante;
2. Foge às expectativas comuns; e
3. Ocorrendo, tenta-se explicar para torná-lo explicável e menos aleatório.

Ele completa o raciocínio afirmando que, “quanto mais inesperado for o sucesso de um empreendimento, menor o número de concorrentes e mais bem-sucedido será o empresário que implementa a ideia”, ou seja, o elemento adverso terá sucesso naquilo que considerarem que nunca ninguém se arriscaria em fazê-lo.

Para o *Food Defense*:

[...] qualquer oportunidade de falha pode representar a introdução de um risco em potencial, um perigo à qualidade das refeições servidas e um óbice à manutenção do estado de prontidão e da capacidade de resposta a uma agressão, enfraquecendo o poder de combate de uma guarnição ou fração militar. A segurança alimentar torna-se uma questão de defesa nacional. (PEIXOTO, 2014).

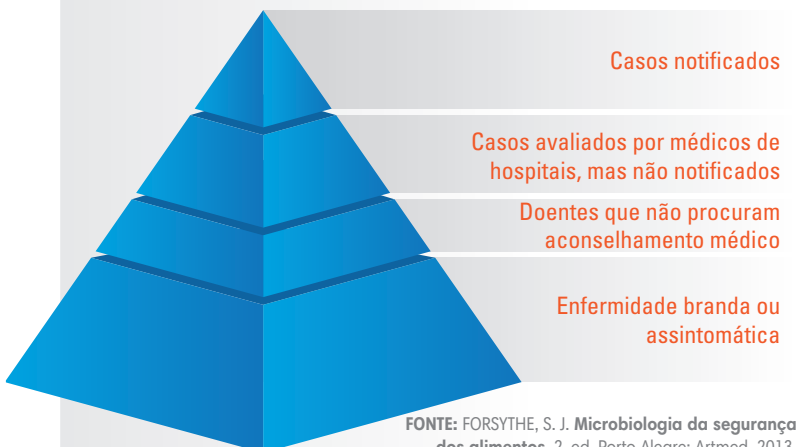
### ALGUNS CASOS

Na maioria dos casos, uma ação de contaminação intencional é muito difícil de se identificar. Alguns deles, sem registro formal, são propalados, como o de um militar que contaminou a feijoada que seria servida à Guarnição com suas fezes e o vídeo, que foi publicado em rede social, de um militar urinando em bifés em fase de preparação.

Para ilustrar o potencial desse tipo de ataque, seguem alguns casos:

- EUA (1984): membros de um culto usaram a bactéria *Salmonella typhimurim* para contaminar saladas em restaurantes a fim de afetar o resultado de uma eleição local. 751 pessoas adoeceram e 45 foram hospitalizadas. O FBI levou mais de um ano para vincular o surto ao culto. O incidente foi o primeiro ataque bioterrorista ocorrido nos EUA. Aparente motivação política/religiosa.
- Inglaterra (2006): ex-espião russo Alexander Litvinenko, contrário ao presidente da Rússia, Vladimir Putin, foi envenenado com Polônio-210 após ingerir um chá, ao se encontrar com dois russos em um hotel. Aparente motivação política.

#### PIRÂMIDE QUE ILUSTRA A NOTIFICAÇÃO DOS CASOS



- Colômbia (2018): Morte de testemunha-chave do caso Odebrecht e envenenamento de seu filho, o arquiteto Alejandro Pizano Ponce de León. Legistas dizem que Alejandro Pizano morreu por intoxicação por cianureto após beber água de uma garrafa que estava no escritório de seu pai, falecido há três dias. Aparente motivação política/econômica.
- Brasil (2020): Em março deste ano, um militar foi condenado a mais de quinze anos de prisão porque teria introduzido uma substância química nas bebidas particulares dos membros do seu turno, bem como contra militares lotados na unidade, por envenenamento da água da máquina de fazer café existente na copa. Sem aparente motivação.

## CONCLUSÃO

Apesar da literatura e das normas focarem na contaminação não intencional dos alimentos, é sabido que os males provocados por alimentos contaminados têm o potencial de uso até como arma. Podem ocorrer atos intencionais de contaminação como ataque a vários segmentos, desde as Forças Armadas, até a população de uma cidade, causando doenças, mortes e descrédito de um País.

O ataque com uso de alimentos contaminados pode ser direcionado, por exemplo, ao Presidente da República, a um piloto de aeronave que transporta alguma autoridade ou a permanência de um navio de guerra que opera em águas distantes. Por isso, além de outros procedimentos, é importante que o local onde são preparados os alimentos sejam realmente considerados como área sensível, bem como os locais de armazenagem de alimentos, e que as pessoas que ali trabalham devam ser criteriosamente selecionadas e acompanhadas. Cuidado similar deve ser adotado quanto ao recebimento de gêneros, principalmente os navios fora do porto sede. É muito importante existir ações de sensibilização aos fornecedores para que adotem, também, as medidas previstas no *Food Defense*.

As particularidades da vida embarcado exigem certos cuidados que já são adotados, mas podem ser sempre aperfeiçoados. Para que seja inserido num Plano de Segurança Orgânica como um novo desdobramento, além da qualificação do pessoal, será necessária a criação de uma equipe multidisciplinar de estudos para a implementação do *Food Defense*. Com isso, será possível ficar atento aos casos de ataque que hoje são confundidos com acidente ou atos isolados, para que alguma autoridade, uma fração de militares ou toda a tripulação de uma unidade não venha a se tornar alvo de alguém ou de um grupo adverso.

### Nota:

1 – A SegOrg é um conjunto de medidas destinadas a prevenir e obstruir as ações de qualquer natureza que ameacem uma instituição, e se desdobra nos seguintes grupos de medidas: Segurança do Pessoal; Segurança da Documentação e do Material; Segurança da Informação Digital; Segurança das Comunicações; e Segurança das Áreas e Instalações (EMA-352).

### Referências:

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (USA). **Food Defense**. 2016. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/food-defense>. Acesso em: 15 nov. 2017.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

GARÇOM diz que espião russo foi envenenado com chá, **Portal de Notícias G1 - Mundo**, 15 jul. 2007. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,MUL70228-5602,00-GARCOM+DIZ+QUE+ESPIAO+RUSSO+-FOI+ENVENENADO+COM+CHA.html>. Acesso em: 13 mar. 2020.

MANETTO, F. Morte de testemunha chave do caso Odebrecht e envenenamento de seu filho sacodem a Colômbia. **El País - Internacional**, 14 nov. 2018. Disponível em: [https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/13/internacional/1542147813\\_165514.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/13/internacional/1542147813_165514.html). Acesso em: 13 mar. 2020.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA 352**: princípios e conceitos da Atividade de Inteligência. Brasília: EMA, 2016. Disponível em: <http://www.ema.mb/docs/publicacoes/EMA352Rev1.zip>. Acesso em: 26 mar. 2020.

MINISTÉRIO DA DEFESA (Brasil). **MD42-R-01**: Regulamento de segurança dos alimentos das Forças Armadas. Brasília: Ministério da Defesa, 2008. Disponível em: <http://www.dabst.eb.mil.br/index.php/classes/category/13-2-2-legislacao>. Acesso em: 15 nov. 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO MILITAR (Brasil). **Militar é condenado por envenenamento**. 23 mar., 2020. Disponível em: <http://www.mpm.mp.br/pjm-brasil-militar-e-condenado-por-envenenamento/>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PEIXOTO, F. C. Segurança alimentar nas Forças Armadas. In: NETO, A. M. A.; MELLO, M. T. (Coord.). **Brasil: potência alimentar - Segurança dos alimentos de origem animal**. [S.l.]: Metha, 2014.

\_\_\_\_\_; MELLO, C. B. Capacidade em Defesa Alimentar nas Forças Armadas brasileiras: abordagem sistêmica. **Revista da Escola Superior de Guerra**, v. 34, n. 71, maio/ago., 2019. Disponível em: <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/1085/888>.

PRAIA, E. F. S. S. **Avaliação da implementação de requisitos de Food Defense em unidades industriais alimentares**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar) - Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017. Disponível em: <https://www.repositor.utl.pt>. Acesso em: 14 mar. 2018.

SEVERINO, P. R. S. **Food Defense e a sua relação com as normas IFS V6, BRC V7, FSSC 22000**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar - Qualidade e Segurança Alimentar) - Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: <https://www.repositor.utl.pt>. Acesso em: 6 mar. 2018.

\_\_\_\_\_; ALMEIDA, D. **Food Defense**: sistemas de gestão contra o terrorismo alimentar. Lisboa: Agrobook, 2017.

SGS GROUP. **Curso Food Defense** (online). Disponível em: <http://www.sgs-group.com.br>. Acesso em: 23 dez. 2015.

TALEB, N. N. **A lógica do Cisne Negro**: o impacto do altamente improvável. 9. ed. Rio de Janeiro: Best Business, 2015.

VALOIS, A. C. C. Riscos da biossabotagem à agricultura nacional. **Revista RG News**: revista da Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, Brasília, v. 2, n. 2, 2016. Disponível em: <http://www.recursosgeneticos.org>. Acesso em: 6 set. 2018.





# ARMAS TERMOBÁRICAS

## O Estado da Arte das Cargas Explosivas

Capitão de Mar e Guerra (EN) **FERNANDO ANTONIO ALMEIDA COELHO**

Diretor - CMASM  
Doutor em Sistemas e Controle pelo ITA

Primeiro-Tenente (RM2-EN) **MARCUS VINÍCIUS ARANTES FERNANDES**

Encarregado do Grupo de Logística - CMASM  
Mestre em Engenharia Química pela UFF

### INTRODUÇÃO

**U**m dos componentes mais importantes do armamento é a cabeça de guerra e seu explosivo. Esta tem a finalidade de causar efeito destrutivo sobre determinado alvo, e sua complexidade e implicação destrutiva objetivam a maior eficiência do dano, respeitando os limites de custo empregado e logística envolvida [1].

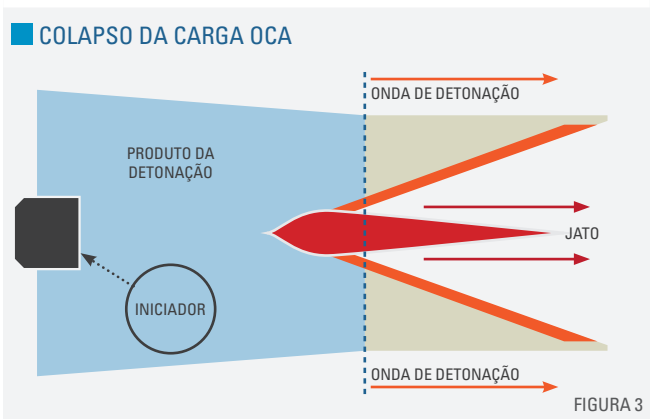
Toda cabeça de guerra é composta por dispositivo de iniciação e carga principal. O dispositivo de iniciação, por sua

vez, compõe-se de espoleta e detonador. A espoleta pode ser iniciada de diferentes formas, sendo as mais comuns os impulsos elétricos, térmicos e acústicos e, embora provoque uma onda de detonação quando iniciada, ela é, em geral, muito fraca e não consegue detonar a cabeça de guerra, ficando a carga do detonador a geração da onda de choque de magnitude suficiente para esse fim.

Em relação à carga principal, existe grande diversidade de explosivos que podem ser utilizados, contudo todos possuem a característica de relativa instabilidade química. Pelo

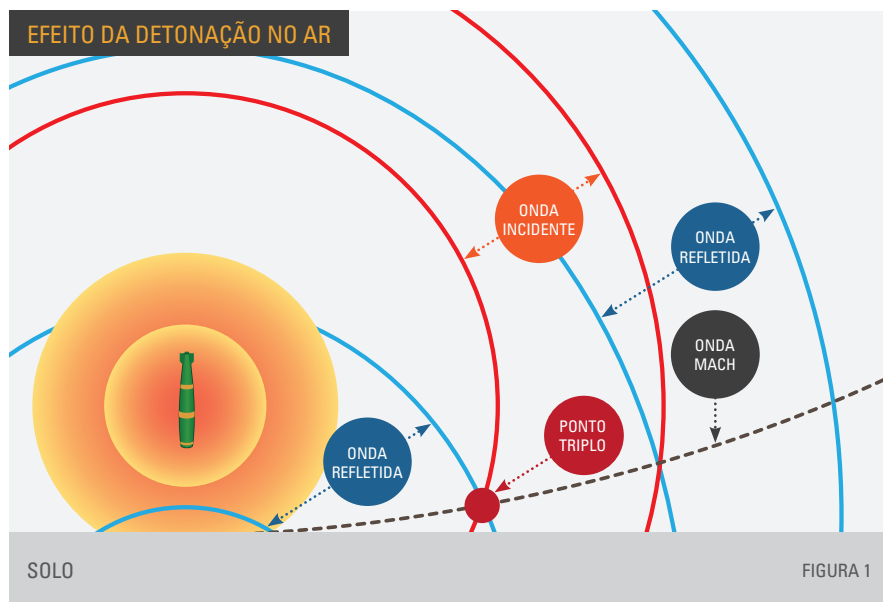


FOTO: thetimes.co.uk



efeito da onda de choque gerada pelo detonador, as ligações químicas são quebradas, ocorrendo o processo de recombinação molecular do explosivo e consequente liberação de energia térmica.

Diferentes efeitos são gerados pela detonação, os quais são levados em conta na elaboração da estratégia para melhor atender ao binômio aplicação e dano almejado. Os efeitos mais comuns são: o Efeito Sopros, resultado da onda de choque e seu enorme poder de ruptura [1]; o Efeito Mach, resultante da combinação de ondas incidentes e refletidas no solo dando origem a uma única onda chamada de onda Mach (Figura 1), duplicando o poder destrutivo da explosão [2]; e o Efeito Munroe ou de Carga Oca, obtido quando um cilindro de explosivo apresenta uma cavidade oca em formato cônico em uma de suas extremidades, conforme mostrado na Figura 2 [3]. Com o colapso do revestimento da carga oca por força da onda de detonação que percorre o explosivo, o revestimento, normalmente de cobre, forma um jato de plasma com alto poder de perfuração, capaz de penetrar as blindagens mais reforçadas, como ilustrado na Figura 3.



A indústria armamentista historicamente recebe constante aporte financeiro para inovação e busca de soluções mais adequadas. Assim, com o decorrer do tempo, armas menos tradicionais foram desenvolvidas e novos efeitos de dano ao alvo passaram a ser testados. Um dos efeitos que vêm sendo explorado em artefatos modernos é a bomba termobárica.

### A ARMA TERMOBÁRICA

O termo “termobárica” tem sua origem nas palavras gregas *therme e baros*, significando, respectivamente, calor e pressão, variáveis que exercem importante papel na ação das armas termobáricas [4]. A bomba termobárica também é conhecida como bomba ar-combustível ou de vácuo. Essa primeira denominação advém do fato de que ela utiliza o oxigênio do ar para gerar uma onda de explosão de alta temperatura e duração quando comparada a uma arma convencional. Já a segunda, relaciona-se com a formação de uma zona de baixa pressão, levando a um vácuo parcial com poder suficiente para causar danos a estruturas e pessoas [4] [5].

Ao contrário das armas convencionais, que apresentam cerca de 25% de seu volume como carga útil explosiva, as bombas de vácuo apresentam quase que sua totalidade preenchida por combustível explosivo, resultando em um poder de destruição bastante superior quando comparada a armamentos de pesos equivalentes. Seu mecanismo de funcionamento segue a sistemática representada na Foto 2 [6], que envolve duas etapas, conforme é detalhado a seguir.

Na primeira etapa, a carga de dispersão detona para aspergir o combustível explosivo no ar. Tal explosivo é, em geral, metal ou óxidos de etileno ou propileno. Essa última classe de compostos são substâncias químicas oxigenadas altamente perigosas, pois, mesmo que haja alguma falha e não detonem, são capazes de causar queimaduras e efeitos danosos ao ser humano por contato e inalação [7] [8].

A segunda etapa consiste em uma subsequente detonação que inflama o combustível previamente pulverizado no ar, formando uma violenta explosão que desloca grande volume de ar e produz pressões enormes no ar circundante, quando comparado a outros explosivos.

Ao contrário dos explosivos tradicionais, a arma termobárica, ao detonar, consome o ar atmosférico afetando os alvos por meio de onda de choque e efeitos secundários da queima de oxigênio. A onda de choque gerada é capaz de causar danos sobre estruturas, construções, veículos e no corpo humano. Destaca-se, por exemplo, que pessoas localizadas a poucos metros do ponto de explosão são desintegradas e aquelas a dezenas de metros podem sofrer impactos severos no organismo [5] [9].

A principal vantagem desse tipo de armamento é sua pronunciada letalidade mesmo quando utilizado sobre áreas fortificadas, trincheiras, cavernas e esconderijos. No ambiente confinado, a pressão gerada dentro do raio de detonação é cerca de 29 vezes maior que a pressão atmosférica, a temperatura pode alcançar até 3.000 °C e a onda de choque se propaga a 3,2 km/s. Por outro lado, a bomba ar-combustível possui a desvantagem em relação aos explosivos convencionais por não poder ser aplicada em locais subaquáticos ou com ar rarefeito, visto que a dispersão do combustível e sua mistura no ar atmosférico fica prejudicada [4] [5].

### PAÍSES QUE DETÊM ESSA TECNOLOGIA

Alguns países possuem essa tecnologia, e há notícias de que já a tenham utilizado em testes e combate. Os EUA realizaram testes de sua bomba termobárica de 11 toneladas equivalente de TNT, a GBU-43/B *Massive Ordnance Air Blast*, MOAB, popularmente conhecida como *Mother of All Bombs* (Mãe de todas as bombas), desde o início dos anos 2000, utilizando-a com efetividade no ano de 2017, no Afeganistão, por se tratar de ambiente montanhoso e com cadeia de túneis utilizados como esconderijo pelas forças inimigas [10] [11].

Após a apresentação da arma termobárica estadunidense, a Rússia desenvolveu a sua própria, com 4 vezes mais explosivo que a MOAB, denominada *Aviation Thermobaric Bomb of Increased Power* (ATBIP), a qual foi apelidada de FOAB, *Father of All Bombs* (Pai de todas as bombas) e testada no ano de 2007 [11]. Além desses dois países que apresentam tradição na indústria



FOTO: droneWars.net

bélica, acredita-se que o Reino Unido também tenha utilizado esse tipo de armamento em combate na Guerra Civil da Síria [12] e que a China já tenha desenvolvido sua bomba termobárica para lançamento de aeronaves de asa fixa [13] [14].

Em relação ao Brasil, foi noticiado recentemente o desenvolvimento de artefato ar-solo de grande efeito de sopro com a tecnologia termobárica, o projeto “Trocano”, iniciado em 2004. Esse seria um sistema de defesa para segurança de grandes áreas e abertura de espaços de pouso para aeronaves de asa rotativa em locais de mata fechada, além de ser indicado no uso contra construções de alvenaria e concreto [15] [16].

## CONCLUSÃO

A arma termobárica apresenta-se atualmente como o estado da arte dos armamentos convencionais. Seu mecanismo de dispersão do explosivo no ar, seguido de poderosa detonação, gera elevadas temperaturas e uma enorme onda de choque capaz de atingir estruturas, construções, veículos e provocar danos severos aos seres humanos, além de possuir a capacidade de ser eficaz mesmo em ambientes de cavernas, trincheiras e túneis, conferindo assim importância militar estratégica a quem dominar sua tecnologia. Atualmente, poucos países fazem parte do seleto grupo detentor dessa tecnologia, e o Brasil já almeja estar incluído nele com seu projeto “Trocano”, em desenvolvimento pela Força Aérea Brasileira.



FOTO: Sergei Savostyanov/TASS  
via Getty Images

### Referências:

- 1 Silva, W. C. L.; Ilha, K.; Ferreira, P. C. M. Dimensionando explosivo em cabeça de guerra para o efeito de sopro. In: SIMPÓSIO DE APLICAÇÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, [201-], São José dos Campos. **Anais**. São José dos Campos, SP: ITA, 2007.
- 2 Silva, W. C. L. Blast. Onda de choque gerada em detonações. In: SIMPÓSIO DE APLICAÇÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA, [201-], São José dos Campos. **Anais**. São José dos Campos, SP: ITA, 2006.
- 3 Lima Jr., E. P. **Simulação computacional do colapso do cone de carga oca sob efeito de onda de detonação**. Orientador: Arnaldo Ferreira. 2012. 148 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.
- 4 Turker, L. Thermobaric and enhanced blast explosives (TBX e EBX), **Defence Technology**, Ankara, v. 12, p. 423-445, 2016.
- 5 Vuorio, K. O. **Use of thermobaric weapons**. 2015. 40p. (Trabalho de Conclusão de Curso). Defense University, Washington D.C., 2015.
- 6 COMO funciona uma bomba a vácuo?, **Mundo das Armas**, 2018. Disponível em: <https://www.mundodasarmas.com/2018/08/como-funciona-uma-bomba-vacuio-armas-termobaricas.html>. Acesso em: 23 abr. 2020.
- 7 FICHA de informações de segurança de produtos químicos do óxido de etileno, **Air Liquide**, 2020. Disponível em: <https://industrial.airliquide.com.br/recursos/fisq>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- 8 FICHA de informações de segurança de produtos químicos do óxido de propileno, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**, [2014]. Disponível em: [https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha\\_completa1.asp?consulta=%D3XIDO%20DE%20PROPILENO](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=%D3XIDO%20DE%20PROPILENO). Acesso em: 24 abr. 2020.
- 9 Lopes, E. **Will thermobaric weapons overwhelm the military health system?**. United States Army War College, 2018.
- 10 Majumdar, D. The american military's deadly thermobaric arsenal, **The National Interest**, 2015. Disponível em: <https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/the-american-militarys-deadly-thermobaric-arsenal-14505>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- 11 Gigova, R. Meet the russian 'father of all bombs', **CNN**, 2017. Disponível em: <https://edition.cnn.com/2017/04/20/world/russia-foab-weapon/index.html>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- 12 UK troops using deadly 'thermobaric' weapons in syrian civil war: report, **Defense World Net**, 2018. Disponível em: [https://www.defenseworld.net/news/22460/UK\\_Troops\\_Using\\_Deadly\\_Thermobaric\\_Weapons\\_In\\_Syrian\\_Civil\\_War\\_Report#.XqORE5lv9PY](https://www.defenseworld.net/news/22460/UK_Troops_Using_Deadly_Thermobaric_Weapons_In_Syrian_Civil_War_Report#.XqORE5lv9PY). Acesso em: 24 abr. 2020.
- 13 CHINA develops its own 'Mother of All Bombs': Report, **The Economic Times News**, 2019. Disponível em: <https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/china-develops-its-own-mother-of-all-bombs-report/articleshow/67378267.cms?from=mdr>. Acesso em: 28 abr. 2020.
- 14 CHINA starts on thermobaric bomb, **Flight Global**, 2003. Disponível em: <https://www.flightglobal.com/china-starts-on-thermobaric-bomb/52220.article>. Acesso em: 28 abr. 2020.
- 15 BRASIL. Ministério da Defesa. **Relatório Anual de Avaliação**, 2007.
- 16 TROCANO, a 'mãe de todas as bombas' brasileira, **Poder Aéreo**, 2017. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2017/11/08/trocانو-mae-de-todas-as-bombas-brasileira/>. Acesso em: 27 abr. 2020.



# NOVOS PARADIGMAS PARA A SEGURANÇA MARÍTIMA NA AMAZÔNIA AZUL

FOTO: shipmap.org / www.scientificamerican.com

Capitão de Fragata **FÁBIO PEREIRA MORAES**

Encarregado da Seção de Organização e Doutrina - CISMAR  
Aperfeiçoado em Armamento

## INTRODUÇÃO

**A**tualmente, as ameaças ao tráfego marítimo mundial vêm se apresentando de forma cada vez mais difusa, assimétrica e em constante evolução. Suas consequências transcendem, muitas vezes, as competências da Autoridade Marítima Brasileira nomeadamente quando envolvem aspectos migratórios, fiscais, aduaneiros, sanitários, ambientais, entre outros. Faz-se mister, assim, uma abordagem holística e multidisciplinar quanto à sua compreensão e, conseqüentemente, ao planejamento das ações voltadas à sua repressão.

## AMAZÔNIA AZUL E O TRÁFEGO MARÍTIMO COMERCIAL

De acordo com último Anuário Estatístico da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)<sup>1</sup>, referente ao ano de 2019, as exportações brasileiras tiveram como destino 160 países diferentes, enquanto nossas importações se originaram de 141 países distintos, perfazendo um total de cerca de 795 milhões de toneladas transportadas pelas várias linhas de comunicação marítimas internacionais, as quais são objeto de especial atenção por parte da Marinha do Brasil (MB), em face de sua importância para o comércio exterior do País (ANTAQ, 2019).





Com um litoral de cerca de 7.400 km, aumentando para 9.200 km de extensão, considerando suas saliências e reentrâncias, aliado aos seus 21.000 km de rios navegáveis, o Brasil tem, em sua navegação de cabotagem e em vias interiores, relativa participação no transporte nacional, respondendo por cerca de 172 milhões de toneladas e 110 milhões de toneladas, respectivamente, de cargas transportadas em 2019. Tais transportes são igualmente motivos de atenção por parte dos representantes e agentes da Autoridade Marítima. (ANTAQ, 2020a), (ANTAQ, 2020b), (DECICINO, 2020) e (DNIT, 2019).

Em face do grande volume transportado, pelo modal marítimo, os quais respondem por mais de 90% do comércio exterior brasileiro, aperfeiçoamentos na provisão da Segurança Marítima no Brasil se fizeram necessários, aproveitando-se as experiências dos Grandes Eventos sediados pelo País, em especial os Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016, assim como a estrutura já existente na MB, como forma de ra-

cionalizar os esforços para fazer frente às ameaças ao tráfego marítimo de interesse nacional.

Para tal, dadas as dimensões continentais do nosso país e de forma a congregar diferentes agências governamentais num mesmo ambiente, foram estabelecidos os Centros Integrados, Regionais e Locais de Segurança Marítima/Fluvial (CISMAR, CRSM/F e CLSM/F). Esta iniciativa vem permitindo a necessária abordagem sistêmica, interdisciplinar e geograficamente adequada, na qual, com fulcro na Lei Complementar n.97/99, busca-se aprimorar a coordenação entre os diferentes órgãos governamentais, preservadas suas competências específicas, para respostas interagências.

### A SEGURANÇA MARÍTIMA NA AMAZÔNIA AZUL

A Segurança Marítima contempla ampla gama de atividades, entre as quais podemos citar, sem nos limitarmos a: segurança da navegação; proteção portuária e de navios; aduana marítima; controle de fronteiras; imposição da lei; monitoramento e vigilância marítima; proteção e resposta ambiental marítima; busca e socorro marítimo; serviço de assistência e salvamento marítimo; resposta a acidentes e desastres naturais marítimos; e controle e inspeção de pesca.

A exemplo de como ocorre internacionalmente, no Brasil, a Segurança Marítima também não se limita às atribuições de uma única instituição. As soluções de cada país variam e se configuram de diversas formas, como, por exemplo: marinhas; guardas costeiras; polícias e guardas de fronteira; prefeituras navais; guardas marítimas; aduanas; polícias militares; polícias federais; agências ambientais; de vigilância sanitária e agropecuária, entre outros. Esses órgãos, conforme legislação de cada país, realizam atividades de Segurança Marítima, genericamente intituladas *Ações do Estado no Mar*.

A MB, conforme legislação vigente, possui atuação em todas essas atividades, desempenhando tarefas de maneiras distintas: desde o protagonismo total, com atuação muitas vezes singular (Segurança da Navegação; Monitoramento e Vigilância Marítima; Busca e Socorro Marítimo), até o nível de suporte (apoio) a outras agências estatais. Para tal, são desenvolvidas as operações interagências.

### O ESFORÇO INTERAGÊNCIAS NA PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA AZUL

O esforço interagências pressupõe, antes de tudo, parceria e sinergia. Pode envolver órgãos governamentais e não governamentais, nacionais e (ou) internacionais, organizados com o fito de alcançar objetivos comuns de interesse nacional. A harmonia de culturas e esforços diversos contribui para a solução de problemas complexos, por meio de ações concertadas, coerentes e, principalmente, consistentes.

É fato que cada organização possui sua própria filosofia, cultura, expertise e práticas. Contudo, nesta pluralidade é que reside a força da atuação interagências, a qual redundando num somatório de conhecimentos na busca de um objetivo comum. Para melhor canalizar esses esforços, foram estabelecidos os Centros retromencionados, de forma a permitir um fórum coordenado que integrasse diferentes pontos de vista e capacidades.

Concebeu-se, assim, o modelo de um *sistema integrado de segurança marítima* no país, composto pelos Centros Regionais e Locais de Segurança Marítima/Fluvial, apoiado, em nível nacional, pelo Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR), o qual realiza análises de risco, a consequente classificação do tráfego marítimo de interesse e ligação com centros símeis internacionais.

Neste intento, internacionalmente, acordos com instituições congêneres permitem a cooperação fora das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), ampliando a Consciência Situacional Marítima (CSM) além de nossas fronteiras marítimas, sobre as quais nosso comércio marítimo flui. Assim, tendências e relações que se desenvolvem entre diversos atores, especialmente os que podem se constituir em potenciais ameaças aos nossos navios mercantes, de bandeira ou afretados, em AJB ou no exterior, são acompanhados e analisados com vistas a melhor subsidiar o processo decisório e as ações preventivas.

Dentro desse processo de transformação, os empregos de modernos sistemas de inteligência marítima e de monitoramento, aliados à integração de novos bancos de dados, vêm se constituindo em ferramentas importantes em auxílio aos analistas e operadores, empregados na segurança marítima, tanto nas vertentes de proteção marítima (*maritime security*), quanto de segurança do tráfego aquaviário (*maritime safety*). Neste contexto, alguns projetos de relevância, tal como o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SISGAAZ), agregarão ainda mais valor às atividades de inteligência marítima.

No âmbito das Operações Navais, visando mitigar sua interferência com o tráfego marítimo no interior de uma área de operações ou interesse, ao mesmo tempo buscando aumentar a segurança dos Navios Mercantes no mar, a MB, sob orientação

técnica do CISMAR, vem aprimorando seus procedimentos, bem como adotando modernas doutrinas, como a *Naval Cooperation and Guidance for Shipping* (NCAGS). Este conceito foi desenvolvido e implementado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e prevê a interface entre as operações militares e a Marinha Mercante. Esta interface envolve a provisão de cooperação, orientação, aconselhamento e assistência aos Navios Mercantes, contribuindo para sua segurança, enquanto apoia a missão do Comandante.

O NCAGS se distingue, em comparação com outros ambientes de guerra, uma vez que sua força reside no pessoal, com seus conhecimentos, especialidades, experiências e adaptabilidade, em detrimento de plataformas ou equipamentos. Seu emprego é essencialmente flexível. Suas ferramentas e sua estrutura podem ser adaptadas ao vulto da operação, atuando em todo seu espectro, desde os tempos de paz até de crise. Entre seus produtos, destaca-se a orientação, aí incluídos o aconselhamento e a assistência, aos Navios Mercantes, seu procedimento chave, no qual se constitui em um dos principais meios de construção da confiança da Comunidade Marítima nas operações em curso, contribuindo diretamente para a segurança dos navios.

Ressalta-se que, de acordo com a Convenção da Salvaguarda da Vida Humana no Mar (1974), mais conhecida como Convenção SOLAS, o Comandante do Navio Mercante é sempre o responsável pela navegação segura de seu navio. Assim, a busca da sua cooperação, por meio, por exemplo, desses aconselhamentos e orientações, corrobora com a adequabilidade da doutrina NCAGS ao ordenamento jurídico internacional, bem como sua modernidade.

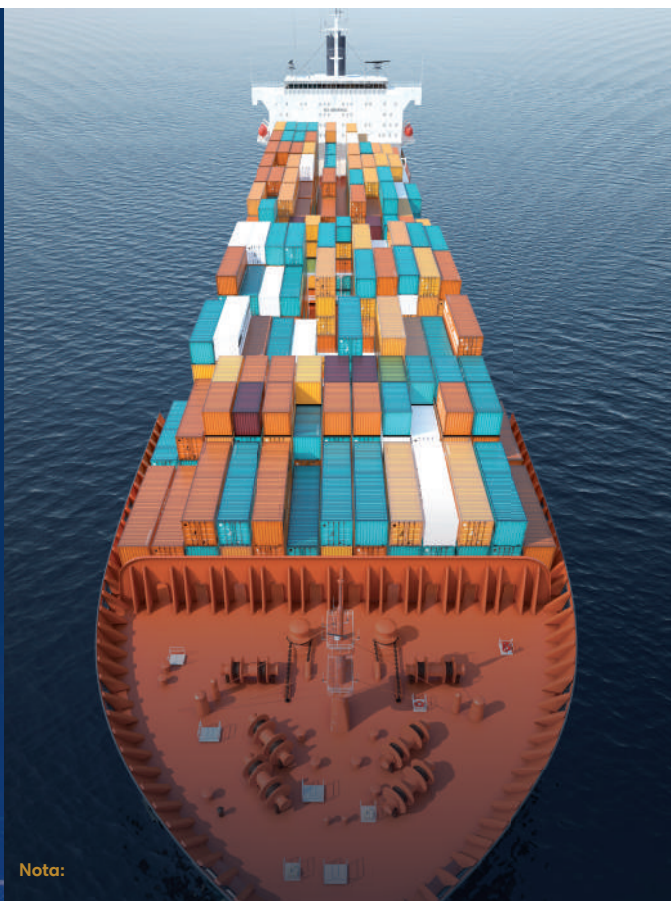


## CONCLUSÃO

Como vimos, as ameaças se apresentam de forma cada vez mais difusa, cujas características de assimetria e evolutivas ensejam uma abordagem mais abrangente para sua compreensão e enfrentamento. Alia-se o fato de que a segurança dos navios que se aproximem ou se afastem dos múltiplos destinos e origens, respectivamente, das exportações e importações brasileiras, bem como os transportes de cabotagem e vias interiores são objetos de especial interesse da Autoridade Marítima.

Nesse sentido, concebeu-se um sistema integrado de segurança marítima no País, nucleado no CISMAR e em diversos Centros de Segurança Marítimo/ Fluvial, capitaneado pela MB e com o concurso das várias agências governamentais, com atribuições adstritas à Segurança Marítima, com o propósito de aprimorar a coordenação e apoio mútuos, em atendimento aos diplomas legais em vigor.

Neste desiderato, constituem-se em sítios apropriados para discussões pluridisciplinares, geograficamente adequados quanto a suas jurisdições de atuação, contribuindo, sobretudo, para a construção da Consciência Situacional Marítima interagência em apoio aos processos decisórios dentro e fora da MB.



### Nota:

1 – A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), criada pela Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, tem sede e foro no Distrito Federal, com personalidade jurídica de Direito Público, submetida ao regime autárquico especial e vinculada ao Ministério da Infraestrutura, com a qualidade de órgão regulador das atividades portuárias e de transporte aquaviário.

### Referências:

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Anuário Estatístico 2019**. 2019. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Anu%C3%A1rio-2019-vFinal-revisado.pdf>. Acessado em: 26 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Transporte Via Cabotagem**. [2020]. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/ANUARIO>. Acessado em: 2 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. **Transporte Vias Interiores**. [2020]. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/ANUARIO/>. Acessado em: 2 mai. 2020.

BRASIL. **Lei Complementar nº 97**, dispõe sobre as normas gerais para Organização, o Preparo e o Emprego das Forças Armadas. 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp97.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp97.htm). Acessado em: 26 abr. 2020.

EMA – ESTADO-MAIOR DA ARMADA. **Doutrina Militar Naval – EMA-305**. Brasília, 2017.

DECICINO, Ronaldo. **Litoral brasileiro** - costa tem grande importância e deve ser preservada. 2020. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/litoral-brasileiro-costa-tem-grande-importancia-e-deve-ser-preservada.htm>. Acessado em: 2 mai. 2020.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Hidroviás**. 2019. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/modais-2/aquaviario/hidroviás>. Acessado em: 2 mai. 2020.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **International Convention for the Safety of Life at Sea**. 1974. Disponível em: <https://www.ifrc.org/docs/idrl/I456EN.pdf>. Acessado em: 28 abr. 2020.

LIRA, Bruno Carneiro. **O Passo a Passo do Trabalho Científico**. Petrópolis: Vozes, 2014. 93p.



# A FORÇA NAVAL E O COVID-19

## Os desafios da Força Pronta em face da pandemia do COVID-19

FOTO: Deeper Blue / 123RF

Capitão de Fragata **EDÉSIO RAIMUNDO DE ASSIS JUNIOR**

Oficial de Operações - ComDiv-1  
Graduado em Ciências Navais / Mestrado pela EGN

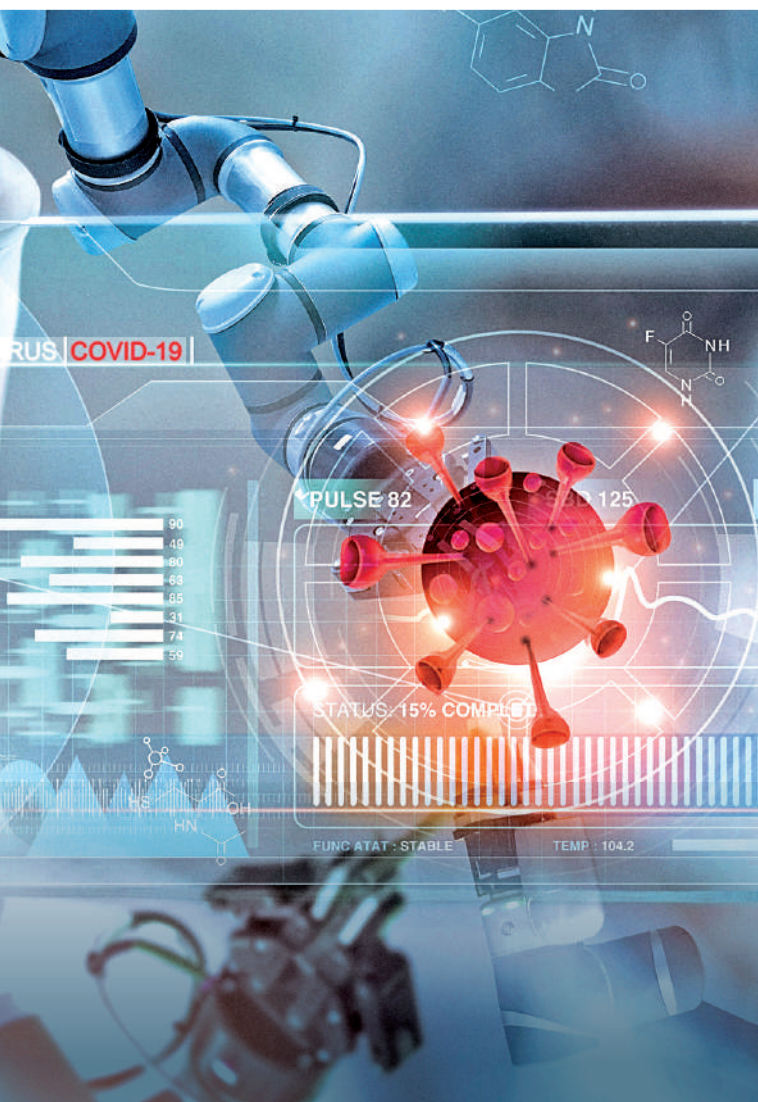
### INTRODUÇÃO

O surgimento de uma nova ameaça à saúde humana, em escala global, no final de 2019, proveniente da cidade chinesa de Wuhan, tem desafiado os Estados nas ações de resposta para a preservação da vida dos seus habitantes.

Existe um histórico de epidemias que assolaram o mundo, em diversas épocas diferentes, como, por exemplo, a Varíola, “Peste Negra” e a “Gripe Espanhola”. Atualmente, o mundo se encontra mais interligado fisicamente do que no

passado. As fronteiras são rapidamente transpassadas pelos modernos meios de transporte que facilitam, também, a disseminação de doenças, transformando epidemias em pandemias numa velocidade maior do que a reação dos países.

Neste contexto, este artigo apresentará um histórico sobre as experiências colhidas pela Divisão Naval de Operações de Guerra (DNOG) no final da Grande Guerra, quando eclodia a pandemia da Gripe Espanhola, uma breve análise das ações desenvolvidas pela Marinha do Brasil (MB) para



evitar ou reduzir os efeitos produzidos pelo COVID-19 e pretende suscitar uma reflexão sobre o dilema da manutenção da disponibilidade do Poder Naval em face das ameaças de contaminação biológicas em escala regional/global.

## HISTÓRICO

Ao final da Grande Guerra (1914-1918) observou-se o segundo maior número de óbitos em uma guerra, superada apenas pela Segunda Guerra Mundial neste aspecto. Estimase que tenham ocorrido, aproximadamente, 9,2 milhões de mortes em combate em todas as frentes. Mesmo que ofuscada pela guerra, a pandemia de *influenza*, conhecida como Gripe Espanhola, que tomou o globo entre 1918 e 1919, provocou mais mortes nos últimos meses da guerra que o total de óbitos em todo o conflito.

As estimativas de óbitos baseadas nos dados registrados apontaram para aproximadamente 20 a 50 milhões de mortes causadas pela Gripe Espanhola em uma época que a população mundial era um quarto do que existe hoje, tornando a pandemia de 1918 na crise de saúde pública mais devastadora da história recente.

Por ocasião da Grande Guerra, a DNOG representou a única Força Naval latino-americana a envolver-se no conflito. A DNOG suspendeu do Rio de Janeiro, em maio de 1918, sob o comando do Contra-Almirante Pedro Max Fernando de Frontin com uma Força Naval composta por oito navios: dois Cruzadores Bahia e Rio Grande do Sul, quatro contra torpedeiros (CT) Parahyba, Piauhy, Rio Grande do Norte e Santa Catharina, um transporte tênder Belmonte e um rebocador Laurindo Pitta para patrulhar a costa noroeste da África.

No final de julho, os navios agruparam-se em Fernando de Noronha. Cada homem, em cada navio, sabia exatamente o que fazer em qualquer emergência que adviesse. Finalmente, em 1º de agosto de 1918, às 8 horas da manhã, a DNOG suspendeu com destino a Gibraltar, a fim de varrer dos mares embarcações inimigas em seu percurso.

No dia 9 de agosto, a DNOG chegou em Freetown na Serra Leoa, onde permaneceu até 23 de agosto e alguns navios docaram em Dacar, no Senegal, em 26 de agosto, onde ficariam por alguns dias para descanso e reparos. No entanto, logo depois da chegada a Dacar, a pandemia de *influenza* atingiu a DNOG, infectando cerca de 90% das tripulações de alguns navios, sendo o CT “Parahyba” o navio mais contaminado, onde aproximadamente 14% dos homens a bordo morreram, observando-se o maior número de óbitos decorrente da enfermidade em um único navio de guerra, em todo o conflito (ALONSO, 2013).

## IMPLEMENTAÇÃO DOS ESTUDOS NUCLEAR, BIOLÓGICA, QUÍMICA, RADIOLÓGICA E DE ARTEFATOS EXPLOSIVOS (NBQRe) NA MB

Não obstante as crises sanitárias que assolaram a humanidade, entre os séculos XIV e XX, existem, também, diversos históricos do uso de agentes biológicos como arma de guerra. Assim, ainda no século XX, as nações buscaram entendimentos em forma de tratados internacionais para o banimento dessas armas. Entretanto, medidas de prevenção, detecção e resposta a estas e outras ameaças correlatas foram desenvolvidas e adotadas por diversos países, inclusive o Brasil.

A entrada em serviço das fragatas Vosper Mk.10, renomeadas como fragatas Classe Niterói na MB, no final dos anos 70 rompeu paradigmas dos projetos anteriores, nos quais não havia a previsão de emprego dos navios em um possível ambiente de guerra com emprego de agentes nucleares, bioló-



FOTO: Marinha do Brasil

gicos e químicos. A nova concepção tecnológica trouxe consigo navios com ar-condicionado triplamente filtrado e com pressão interna positiva – conhecida como “Efeito Cidadela”.

Com os estudos implementados pelo Almirante Álvaro Alberto, durante o desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro na década de 1970, foram incorporados à instituição conhecimentos sobre os efeitos do uso de agentes biológicos, químicos e radiológicos que materializaram as preocupações da MB sobre o tema.

O Brasil estabeleceu, em 2012, uma Estratégia Nacional de Defesa e uma Política Nacional de Defesa (END-PND), que definiram as bases para a Doutrina Militar Naval (DMN) referentes às ações de Defesa Nuclear Biológica, Química, Radiológica e de artefatos explosivos (NBQRe) da MB.

## DEFESA NBQRe

No final do século XX, entre 1991 e 1992, por ocasião de uma investigação de uma equipe de Inspeção de Armas Biológicas da Organização das Nações Unidas (ONU), foram reunidas evidências de que o Iraque estaria em um estágio inicial de desenvolvimento de uma política de capacitação ofensiva em armas biológicas. Entretanto, não houve evidência do desenvolvimento de dispositivos que pudessem dispersar estes agentes sobre alvos, no entanto, por outro lado, uma realidade estarrecedora veio à tona: a ocultação do desenvolvimento de armas biológicas é muito mais fácil que de programas semelhantes para armas químicas e nucleares, uma vez que a fabricação de armas biológicas consome menos recursos, aproveita equipamentos e materiais comumente utilizados para fins pacíficos como o desenvolvimento de vacinas (CGCFN-338, 2018).

As ações de defesa NBQRe compreendem o conjunto de medidas adotadas por uma Força Naval ou de Fuzileiros Navais com a finalidade de se opor a ataques realizados com o emprego de agentes NBQRe, visando à preservação da capacidade de combate, evitando, reduzindo ou eliminando os efeitos produzidos por estes tipos de agentes. Tais medidas de prevenção, detecção e reposta deverão, portanto, ser observadas antes, durante e após um ataque NBQRe (DMN, 2017).

Visando a dispor, na estrutura orgânica da MB, de uma organização militar vocacionada à coordenação e integração das atividades de Defesa NBQRe, foi criado, em 2014, o Centro de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha do Brasil (CdefNBQR-MB) (MB, 2018).

## PRINCIPAIS AÇÕES REALIZADAS PELA MB ATÉ JUNHO DE 2020

No final de 2019, foi identificado o primeiro caso de uma infecção respiratória altamente contagiosa de origem chinesa, chamada inicialmente de 2019-nCov. Rapidamente ela se espalhou pelo planeta e obrigou todas as nações a adotarem ações de prevenção e resposta para impedir a sua proliferação.

O Governo Federal decretou estado de emergência sanitária nacional, em 04 de março de 2020. Assim, a MB colocou em ação as medidas de prevenção, detecção e resposta, estabelecidas na DMN, em atendimento à Família Naval, à população brasileira e à manutenção de sua disponibilidade operacional.



FOTO: folhadolitoral.com.br

A resposta é uma das medidas das ações NBQRe e abrange as tarefas da descontaminação e da proteção médica, tendo como propósito a mitigação ou eliminação dos efeitos de um ataque ou acidente NBQRe. As atividades de descontaminação englobam pessoal, material e áreas, ao passo que, para a proteção médica, devem ser previstos os adestramentos de primeiros socorros e medicamentos específicos.

Diversas ações de natureza logística, decorrentes da evolução da pandemia, foram adotadas pela MB, bem como, aquisições de Equipamento de Proteção Individual (EPI), entre eles: macacões tipo Tyvek, luvas e máscaras, entre outros. Também foram estabelecidos protocolos e realizados adestramentos para capacitação do pessoal, visando à ampliação da capacidade de resposta frente a propagação do COVID-19.

Assim, ao se deparar com a pandemia, a MB buscou ampliar a capacidade de resposta do Serviço de Saúde da Marinha (SSM) à ameaça epidemiológica representada pelo novo COVID-19 inclusive com a ampliação do número de leitos de UTI no Hospital Naval Marcílio Dias e hospitais distritais para atender às necessidades da Família Naval em todos os Distritos Navais.

A MB, atualmente, apoia Operações de grande vulto, com destaque a Operação COVID-19 do Ministério da Defesa (MD) e conduz a Operação Grande Muralha, que é essencialmente de caráter logístico. A MB, também, vem atuando em diversas ações de desinfecção, em locais de grande circulação como estações de barcas, rodoviárias e aeroportos em apoio às medidas adotadas pelo MD.

## MANUTENÇÃO DA PRONTIDÃO

A última vez que a MB se deparou com uma crise sanitária com potencial de mantê-la imobilizada em virtude da elevada letalidade foi há 102 anos, no final da Grande Guerra. Apesar de toda a tecnologia que a MB dispõe desde o final do século passado, a possibilidade de infecção proposital ou não, e a proliferação de um vírus em um navio de guerra pode comprometer a sua disponibilidade.

Cada Marinha tomou as medidas julgadas adequadas, dentro de suas doutrinas preestabelecidas, para lidar com o



dilema da Força Naval Pronta (meios e pessoal) *versus* Pandemia.

A Marinha Estadunidense (USN), além de outras medidas, manteve um Navio Aeródromo (CVN 69 *Dwight D. Eisenhower*) e um Cruzador (CG 56 *San Jacinto*), no mar por 161 dias ininterruptos, com a intenção de preservar suas tripulações da contaminação pelo COVID-19.

Durante toda essa pandemia, manter a prontidão de combate da Esquadra e garantir a segurança e o bem-estar de nossos marinheiros tem sido a minha principal prioridade. (Vice-Almirante Jim Malloy, Comandante da 5ª Esquadra, 2020).

A MB estabeleceu rígidos procedimentos voltados à manutenção da força de trabalho, minimizando a circulação do pessoal nos navios (30% a 50%) em rodízio, colocando em isolamento residencial os militares suspeitos de contaminação e os do grupo de risco, realizando desinfecções a bordo dos seus navios e os exercícios no mar, que se fizeram necessários, foram realizados sem visitas aos portos fora das sedes dos navios. Assim, a MB vem preservando a sua capacidade operativa, mantendo o aprestamento dos seus meios para realizar a sua missão constitucional.

Para o apoio às ilhas oceânicas como o Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade, foram tomadas medidas adicionais como a testagem e a quarentena de quatorze dias de toda a tripulação do navio apoiador da Ilha, para garantir que o vírus não se propagasse naquela localidade.

Observamos as medidas adotadas por duas Marinhas, que encontraram soluções adequadas para permanecerem

prontas. Entretanto, durante esta pesquisa, foi observada uma hipótese para a manutenção da capacidade operacional baseada em, uma ou mais, tripulações imunizadas pela exposição ao vírus em uma contaminação controlada.

A observação de soldados australianos que experimentaram doenças respiratórias antes de 1918 e tiveram menores taxas de mortalidade durante a disseminação mais severa da *influenza* nos últimos meses de 1918, também indica a importância das infecções respiratórias prévias. Essa possibilidade é confirmada pela observação de que na Austrália, na Grã-Bretanha e nos Estados Unidos a mortalidade por pneumonia relacionada à *influenza* durante a segunda onda da pandemia em 1918 foi mais baixa entre enfermeiras e médicos que em qualquer outro grupo ocupacional, apesar de suas exposições contínuas a pandemia. (ALONSO, 2013)

Portanto, apresenta-se a seguinte questão: Em uma situação de crise político estratégica ou mesmo de conflito armado envolvendo o Brasil, seria válido e aceitável se buscar a manutenção da máxima capacidade operacional da MB, por meio de uma contaminação controlada de nossas tripulações? O dilema saúde *versus* capacidade operacional se evidenciaria.

## CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a analisar se as ações adotadas pela MB na manutenção da sua prontidão e o emprego das Ações de Defesa NBQRe, no caso do combate à COVID-19, foram eficazes e cumpriram o estabelecido na DMN.

De forma abrangente e dinâmica, foram apresentados um histórico e as principais capacidades da MB para uma resposta a uma ameaça biológica. Nesse contexto, observamos os esforços de duas diferentes Marinhas no sentido de resolverem a questão do preparo do pessoal e da prontidão de seus meios frente a pandemia que se instaurou no globo.

Como resultado e remetendo à questão em análise, considerando que a forma da propagação viral não ser considerada um ataque, mas seus efeitos sendo equivalentes, conclui-se que as Ações de Defesa NBQRe contribuíram para a manutenção da capacidade operacional da MB, evitando ou reduzindo os efeitos produzidos pelo COVID-19 em acordo com a DMN.

Como provocação intelectual, baseado na experiência vivida pela DNOG em 1918, suscito o leitor à reflexão sobre o dilema de se ter uma Força Naval pronta *versus* controle epidemiológico. Tal dilema nos remete ao amadurecimento da hipótese de se buscar uma infecção controlada, levando a uma imunização forçada para a manutenção do aprestamento da MB em situação de crise ou conflito.

## Referências:

- AEROFILAP. Porta aviões e cruzador da Marinha dos EUA estabeleceram novo recorde para a força naval. **News**, jun., 2020. Disponível em: <https://www.aerofilap.com.br/porta-avioes-e-cruzador-da-marinha-dos-eua-estabeleceram-novo-recorde-para-a-forca-naval/#:~:text=O%20porta%20Davi-C3%B5es%20USS%20Dwight,para%20a%20Marinha%20dos%20EUA>. Acesso em: 2 jul. 2020.
- ALONSO, Wladimir J.; SCHUCK-PAIM, Cynthia; SHANKS, G. Dennis; ALMEIDA, Francisco E. A. de. A alta mortalidade da pandemia espanhola na divisão naval em operações de guerra em 1918. In: **Revista Navigator**, v. 9, n. 17, 2013. (Publicado originalmente no Journal of Influenza and Other Respiratory Viruses em fevereiro de 2012. Direitos cedidos à Navigator em maio de 2013).
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 2012.
- GALANTE, Alexandre. Fragata Niterói foi destaque internacional quando entrou em serviço. **Poder Naval**, jun., 2019. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2019/06/28/fragata-niteroi-foi-destaque-internacional-quando-entrou-em-servico/>. Acesso em: 6 jul. 2020.
- MARINHA DO BRASIL. Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão. CAAML-1205: **Manual de Ações de defesa NBQR**. Niterói: CAAML, v. 2, 2009. p. 8.
- \_\_\_\_\_. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN-338: Manual de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica**. Rio de Janeiro: CGCFN, 2018. p. 12.
- \_\_\_\_\_. Estado-Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Militar-Naval**. Brasília, 2017. p. 28.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Coronavírus**. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>. Acesso em 14 maio 2020.

TESINI, Brenda L. Coronavírus e Síndromes respiratórias agudas (COVID-19, MERS e SARS). **Manual MSD: versão saúde para a família**, abr., 2020. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/v%C3%AAdrus-respirat%C3%B3rios/coronav%C3%AAdrus-e-s%C3%AAdndromes-respirat%C3%B3rias-agudas-covid-19,-mers-e-sars>. Acesso em 14 maio 2020.







Desde 1956, a United Aeronautical Corporation (UAC) tem se estabelecido como uma das mais diversificadas empresas de suporte de peças sobressalentes do setor, ao mesmo tempo em que mantém os mais altos padrões de qualidade de serviço. Nossa trajetória de fornecimento, revisão e fabricação de peças de aeronaves amadureceu com a indústria ao longo de anos de assíduo trabalho.

A UAC tem mais de 150.000 pés quadrados de espaço de armazenamento, à prova de intempéries, com 50.000 pés2 de oficinas de reparos e produção "Classe A" a poucos minutos do aeroporto de Burbank, Califórnia. Além disso, a UAC tem 60 acres de armazenamento e armazenagem de aeronaves em Tucson, Arizona

A UAC possui uma variedade de capacidades industriais e um extenso inventário de peças sobressalentes para diversas aeronaves, incluindo C-1, A-4 (AF-1/1A), SH-70 (MH-16) e IH-6B. Orgulhamo-nos de continuarmos atendendo a várias demandas da Marinha do Brasil e de fazer parte de sua cadeia logística.

Nossa meta é sempre suprir, em tempo adequado, peças e serviços de valor, para que os homens do mar do Brasil, pioneiros na arte de voar e navegar pelos céus da Pátria Amada, possam cumprir, em segurança, as missões que lhe forem atribuídas.



# UNITED AERONAUTICAL CORPORATION



Telefones: +1(818)764-2102 / +55(21) 9756-3407  
7360 Laurel Canyon Blvd. - North Hollywood,  
California 91605-3790  
[www.unitedaero.com](http://www.unitedaero.com)





# A2/AD E A SEGURANÇA MARÍTIMA NAS ÁGUAS JURISDICIONAIS BRASILEIRAS

Oficiais do Estado-Maior do ComDiv-2

Contra-Almirante **EDUARDO AUGUSTO WIELAND**

Capitão de Mar e Guerra **JOSÉ CARLOS DE SOUZA JUNIOR**

Capitão de Fragata **LEONARDO YOSHIAKI DA SILVA TANAKA**

Capitão de Corveta **EDUARDO DE CASTRO SAAR**

Capitão-Tenente **BRUNO FONSECA BELISARIO DA SILVA**

FOTO: Deeper Blue / 123RF

**U**m dos maiores desafios para os países com extenso litoral, como o Brasil, é assegurar o direito de uso de suas águas jurisdicionais. Atualmente, a estratégia *A2/AD*, empregada pela China, no sudeste asiático, desponta como o modo sofisticado e supostamente eficaz de obter tal garantia. Quais lições podemos aplicar do *A2/AD* chinês quanto à Segurança Marítima nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB)?

## O CONCEITO *A2/AD*

Conforme Krepinevich, *Watts e Work* (*Krepinevich, Watts e Work, 2003*), *A2/AD* é uma sigla que vem de dois conceitos:

*Anti-access* (antiacesso) e *Area Denial* (negação de área). O foco do *A2/AD* é limitar a liberdade de manobra do oponente em terra, mar e ar. É obtido por meio de esclarecimento e vigilância de áreas extensas, coordenando o emprego de armamento de longo alcance e grande precisão, impondo um risco alto a quem quer que pretenda operar na região em questão.

Na Guerra do Golfo de 1991, o Iraque, apesar de dispor de um grande exército, sucumbiu rapidamente à Força da Coalizão, caracterizada pela grande mobilidade, poder de fogo e pelo emprego intensivo de tecnologia, com projeção de poder sobre terra a partir de uma Ala Aérea e de *Carrier Stri-*



sores externos durante a fase de guiagem terminal, podendo alcançar velocidades da ordem de *mach* 5 na reentrada, efetuando manobras de, aproximadamente, 25G para acompanhar alvos que se movam a 40 nós ou mais. Sua velocidade terminal, somada ao *payload* de 500kg ou mais, representa uma grande quantidade de energia cinética, avaliada como capaz de neutralizar até mesmo um CVN. Dado o emprego estratégico dos CSG, os ASBM são mais baratos de obter e manter que um CSG e oferecem um risco elevado à operação destes, cumprindo o *Anti-Access* da estratégia *A2/AD*. Alguns exemplos são os ASBM DF-21D (testado no mar em 2019) e DF-26 da China, *Khalij Fars* do Irã e *Dhanush* da Índia.



FOTO: Economist.com

**SATÉLITES DE RECONHECIMENTO E APOIO A ASBM** – são parte do apoio aos sistemas de guiagem terminal, permitindo aos ASBM acompanhar e atingir alvos móveis. Compreendem satélites com sensores eletro-ópticos, radares de abertura sintética (SAR) e outros sensores para localização e identificação de alvos de superfície. Por serem uma parte importante da *kill chain* dos ASBM, algumas estratégias *anti-A2/AD* preveem o *jamming* e outras medidas de ataque eletrônico a esses satélites.

**RADARES DE ALCANCE ALÉM DO HORIZONTE (OTHR)** – radares que operam, basicamente, de dois modos: reflexão na ionosfera (com *by-pass*) ou onda terrestre. Em ambos os casos, a faixa de frequência será LF ou HF, o que implica, quase sempre, sistemas fixos, com um setor de varredura limitado. Os OTHR têm alcances que variam de centenas até milhares de milhas náuticas. Por suas características, fazem parte da *kill chain* dos ASBM e também compõem a vigilância ativa para o *Area Denial*. Além da China, EUA, França, Reino Unido e Rússia, a MB opera um OTHR, o OTH 0100 da IACIT no farol de Albardão-RS, com alcance de 200 MN e setor de cobertura de 120 graus, empregando onda terrestre.

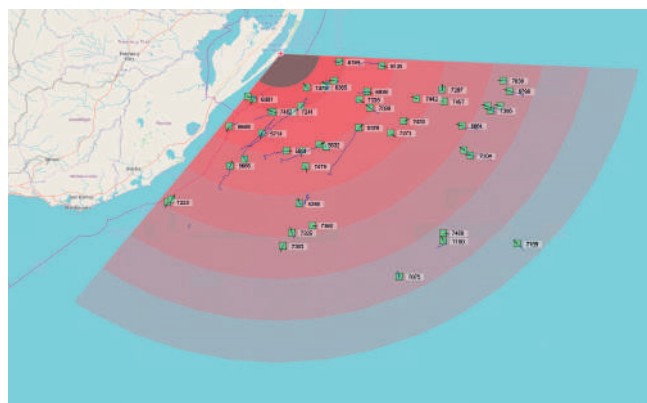
*ke Groups* (CSG) nucleados em Navios-Aeródromos (NAe) com propulsão nuclear (CVN). Os estrategistas chineses, após analisarem esse conflito, perceberam que, para evitar um destino semelhante em evento semelhante, necessitam reduzir a mobilidade de forças navais estrangeiras, impondo maior desgaste por meio do prolongamento do combate.

Agregam-se a essa estratégia recursos tecnológicos de última geração. Ou seja, muito resumidamente, pode-se entender *A2/AD* como dissuasão de alta tecnologia em escala estratégica.

**EQUIPAMENTOS E SISTEMAS EMPREGADOS EM A2/AD**

Segundo Joshi (2019), para ser efetivo, o *A2/AD* demanda o emprego dos seguintes sistemas e/ou equipamentos:

**MÍSSEIS BALÍSTICOS ANTINAVIO (ASBM)** – são mísseis de trajetória balística que, além do grande alcance (variando entre 700 NM a 2.200 NM), possuem grande precisão (50m ou menos). Alguns sistemas irão empregar sen-



**MEIOS ANTINAVIO DE LONGO ALCANCE** – além dos ASBM, o *A2/AD* também pode empregar aeronaves, tripuladas ou remotamente pilotadas (ARP), com grandes autonomia e raio de ação, assim como submarinos convencionais e de propulsão nuclear, veículos de superfície ou submarinos remotamente tripulados, formando uma rede de coleta de informações, com o propósito de negar o uso do mar (*Area Denial*) por parte do oponente. O emprego de grande quantidade de meios diversificados, especialmente os remotamente tripulados, cujo pequeno porte dificulta sua detecção, pode tornar o risco inaceitável para o emprego de meios de maior porte e custo, tal como um CVN.

**DEFESA ANTIAÉREA DE LONGO ALCANCE** – estruturada de modo a se contrapor à ala aérea dos CVN ou a aeronaves baseadas em terra, emprega mísseis superfície-ar (MSA) de longo alcance, associados a radares de vigilância e aeronaves de interceptação. Novamente, busca-se impedir que os meios aéreos adversários consigam penetrar a área defendida. Citam-se os MSA russos S 300/400 e K-300P BASTION, com alcances de até 400 km, os MSA chineses HQ-9 e suas variantes terrestre, naval e com veículo de destruição cinética na órbita terrestre baixa (com capacidade de destruir mísseis balísticos ou satélites), com alcances da ordem de 200 km.

### A VIGILÂNCIA DAS ÁGUAS JURISDICIONAIS BRASILEIRAS (AJB)

No Brasil, idealizou-se a implantação, por etapas, do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz). O SisGAAz funcionará integrado a outros sistemas dentro e fora da MB. Internamente, destacam-se o Sistema Naval de Comando e Controle (SisNC2) e o Sistema de Informa-

ções sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM), que compilam informações de outros sistemas, como o *Long Range Identification and Tracking* (LRIT), o *Automatic Identification System* (AIS) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras (PREPS). Fora da MB, o SisGAAz se integrará com sistemas de C2 relacionados à defesa nacional, como o SisMC2, do Ministério da Defesa (MD); o Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), do Exército Brasileiro (EB) e o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), da Força Aérea Brasileira (FAB).

Também se integrará a sistemas dos Ministérios da Fazenda, Transporte, Minas e Energia, Ciência e Tecnologia, Justiça e outros, além de agências reguladoras e empresas (Petrobras). O SisGAAz também deverá receber dados diretamente de diversas fontes como: radares de alcance além do horizonte (OTHR), aeronaves de patrulha marítima da FAB, aeronaves remotamente pilotadas (ARP) e outros. Ou seja, será um sistema de vigilância, controle, proteção e defesa composto por meios operacionais e pela integração com sistemas de inteligência da própria MB, das outras Forças, do MD, entre outros Ministérios, e por diversos tipos de equipamentos e sensores, que integrarão redes de informação e de apoio à decisão.

### LIÇÕES DA DOCTRINA A2/AD PARA A SEGURANÇA MARÍTIMA NAS AJB

Do *A2/AD* chinês, podemos trazer e aplicar na Segurança Marítima das AJB algumas lições:

Consciência Situacional Marítima – isso inclui apenas o sensoriamento remoto, mas também o emprego de plataformas aéreas e de superfície, que complementem a identifica-



ção dos navios no mar, juntamente com um sistema que realize filtragem, fusão e análise de dados, para prover também algum auxílio à decisão. Em termos gerais, essa é a proposta do SisGAAz.

Desenvolvimento e adaptação de tecnologia local – os ASBM chineses são variantes de mísseis terrestres chineses. Semelhantemente, poderia ser gerada demanda à Base Industrial de Defesa (BID) para converter em ASBM sistemas como o ASTROS 2020, armado com os mísseis AV-TM 300 “Matador”, com alcance de 300 km e precisão de até 30 metros, em fase final de desenvolvimento pela Avibras.

Destaque e emprego dos meios ágil e centralizado – uma vez que o SisGAAz permita a integração dos sistemas de C2 das Forças Armadas, a exemplo do que ocorreu na Operação “Amazônia Azul - Mar limpo é vida!”, em 2019, o emprego dos meios da Esquadra e dos Distritos Navais, sob uma coordenação centralizada, é capaz de coibir a prática de delitos como a pesca ilegal, os crimes ambientais e outras ações ilegais nas AJB.

Portanto, o A2/AD chinês nos evidencia como a antevisão do cenário e ameaças, a estruturação do C2, da doutrina e o desenvolvimento e/ou obtenção de meios podem contribuir significativamente na garantia da soberania nas AJB.

#### Referências:

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-322**: o posicionamento da Marinha do Brasil nos principais assuntos de interesse naval. Brasília, DF, 2017.

DAHLGREN, Masau. China tests antiship ballistic missiles. **MISSILETHREAT**. Washington: CSIS, 2019. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/china-tests-antiship-ballistic-missiles/>. Acesso em: 3 jun. 2020.

GERTZ, Bill. China has carrier-killer missile, U.S. admiral says. **The Washing-**

**ton Times**, dez. 2010. Disponível em: <https://www.washingtontimes.com/news/2010/dec/27/china-deploying-carrier-sinking-ballistic-missile/>. Acesso em: 3 jun. 2020.

GOMEZ, Eric. **Meet the DF-31AG and the DF-26: the big ballistic missiles at China's military anniversary parade**. Washington: Cato Institute, 2017. Disponível em: <https://www.cato.org/publications/commentary/meet-df-31ag-df-26-big-ballistic-missiles-chinas-military-anniversary-parade>. Acesso em: 3 jun. 2020.

JOSHI, Sameer. Demystifying the Anti-Access/Area Denial (A2/AD) threat. **Medium**. Disponível em: <https://medium.com/@sameerjoshi73/demystifying-the-anti-access-area-denial-a2-ad-threat-d0ed26ae8b9e>. Acesso em: 3 jun. 2020.

KREPINEVICH, Andrew; WATTS, Barry; WORK, Robert. **Meeting the anti-access and area-denial challenge**. Washington: CBSA, 2003. Disponível em: <https://csbaonline.org/uploads/documents/2003.05.20-Anti-Access-Area-Denial-A-2-AD.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2020.

KYOO, Ahn. **Implications of China's Ballistic Missiles for Korean National Security**. Seul: The Asan Institute for policy studies, 2015. Disponível em: <http://en.asaninst.org/contents/implications-of-chinas-ballistic-missiles-for-korean-national-security/>. Acesso em: 3 jun. 2020.

MACIAS, Amanda; KUBE, Curtney. Chinese military conducts anti-ship ballistic missile tests in the hotly contested South China Sea. **CNBC**, 2019. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2019/07/01/chinese-military-conducts-missile-tests-in-the-south-china-sea.html>. Acesso em: 3 jun. 2020.

MOHAMMED, Arshad. U.S. expects 'very serious' talks with China after missile reports. **Reuters**, 2016. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/south-chinasea-china-missiles/u-s-expects-very-serious-talks-with-china-after-missile-reports-idUSKCN0VP2UT>. Acesso em: 3 jun. 2020.

SHIPPING facts: information about the international shipping industry. **International Chamber of Shipping**. Disponível em: <https://www.ics-shipping.org/shipping-facts/shipping-facts>. Acesso em: 3 jun. 2020.

S-300/S-400, o Patriot russo. **Poder Naval**, 2008. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2008/09/18/s-300s-400-o-patriot-russo/>. Acesso em: 3 jun. 2020.

TALMADGE, Eric. Chinese missile could shift Pacific power balance. **NBC News**, 2010. Disponível em: <http://www.nbcnews.com/id/38580745#.Xtk-jKL2ffY>. Acesso em: 3 jun. 2020.

WILTGEN, Guilherme. **Radar IACIT OTH 0100**: monitorando nossas águas jurisdicionais além do horizonte. **Poder Naval**, 2018. Disponível em: <https://www.defesaereanaval.com.br/artigos/radar-iacit-oth-0100-monitorando-nossas-aguas-jurisdicionais-alem-do-horizonte>. Acesso em: 3 jun. 2020.

VASCONCELOS, Yuri. Vigilância em alto-mar. **Revista Pesquisa FAPESP**, ed. 269, jul., 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/vigilancia-em-alto-mar/>. Acesso em: 3 jun. 2020.





# SENSORES QUÂNTICOS

## Uma Revolução nos Assuntos Militares para as Operações Navais?

FOTO: [www.defenceiq.com](http://www.defenceiq.com) / U.S. Navy

Capitão de Mar e Guerra CARLOS **UENDEL** DE SOUZA VITURIANO

Comandante - CASOP  
Aperfeiçoado em Armamento

### INTRODUÇÃO

**N**ovas tecnologias surgem em todas as áreas das atividades humanas. A quarta revolução industrial é promissora; vislumbra-se uma revolução nas formas de trabalho, com a extinção de determinadas atividades profissionais e com o surgimento de outras em substituição. A discussão sobre o emprego dessas novas tecnologias nas atividades militares é recorrente. Christian Bose, em seu artigo “*The New Revolution in Military Affairs: War’s Sci-Fi Future*”, defende que ocorrerá uma nova Revolução nos Assuntos Militares (RAM), baseada nessas novas tecnologias. Críticos apontam que a única RAM ocorrida na história, decorrente de novas tecnologias,

foi causada pelo advento dos armamentos nucleares, pois, em essência, as demais não alteraram a natureza da Guerra. Outros relembram que o advento de novas tecnologias possibilita o desenvolvimento de novas capacidades e ferramentas, e também, o decorrente desenvolvimento de contramedidas para contrapor-se às primeiras.

Ocorre que uma nova forma de emprego das chamadas tecnologias quânticas poderá ser imune a contramedidas: o Sensor Quântico. Tal ferramenta é decorrente do que se chama: *Segunda Revolução Quântica* e poderá caracterizar uma “ruptura” na condução e planejamento de Operações Navais.

## A SEGUNDA REVOLUÇÃO QUÂNTICA

Segundo o Professor Doutor Luiz Davidovich, presidente da Associação Brasileira de Ciências, a primeira revolução quântica remonta aos idos do início do século XX, quando físicos, como Planck e Einstein, fizeram os primeiros experimentos com a luz e concluíram sobre a existência dos fótons. Outros teóricos, como Heisenberg e Schrodinger, desenvolveram o modelo de "onda quântica" ou "função de onda", nos anos 1920-30, o que constituiu efetivamente a primeira Revolução Quântica, pois formou a base teórica para os primeiros empregos práticos, tais como os transistores, o relógio atômico e o raio laser.

De uma maneira extremamente simplista, a segunda revolução quântica está associada à descoberta de como fazer esses fótons ocuparem dois lugares no espaço simultaneamente, de forma "probabilística" ou em outros termos, a descoberta de como controlar sistemas quânticos individuais. Tal descoberta foi vislumbrada empregando a teoria dos "Estados emaranhados de fótons", das "Armadilhas de Íons" e da "Eletrodinâmica Quântica em Cavidade"<sup>1</sup>. Tais novidades puderam ser comprovadas no final do século XX, com o desenvolvimento de ferramentas a *laser* em laboratório.

Nos últimos anos, a pesquisa nesta área ganhou relevância e investimento, buscando-se alcançar aplicações práticas de tais descobertas. Assim, podemos enumerar os seguintes desenvolvimentos:



FOTO: [www.technologyreview.com](http://www.technologyreview.com)

- O Computador Quântico – primeiro protótipo lançado pela empresa *Google*, no ano de 2018. É capaz de processar determinada tarefa dez mil vezes mais rápido que um computador com tecnologia convencional, empregando os "qubits" – bits que possuem informação variando entre zero e um, e não apenas "zero" ou "um", possibilitando o armazenamento de informação de forma exponencial. Facilitará a solução de problemas de fatoração, busca por dados e fusão de dados (*Big Data*), além de possibilitar quebrar a cifra dos atuais sistemas criptográficos.
- Satélite de Comunicações Quânticas – protótipo lançado em 2016 pela China, o *Micius*, visa à comunicação com emprego de tecnologia quântica, em substituição à fibra óptica, com menores perdas e maior confiabilidade. Foi bem sucedido em testes realizados em 2017.
- Criptografia Quântica – encontra-se em desenvolvimento um software de criptografia baseado na tecnologia quântica, pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), agência do governo estadunidense. A empresa suíça ID Quantique desenvolveu este tipo de *software*, alegando ser imune à decifragem e o disponibilizou comercialmente.
- Sensores Quânticos – são capazes de detectar pequenas variações gravitacionais, eletromagnéticas e magnéticas. Destaca-se o desenvolvimento do detector LIGO (*Laser Interferometer for Gravitational Waves Observatory*), que foi capaz de detectar uma onda gravitacional pela primeira vez em 2018. Os primeiros sensores quânticos de uso comercial são capazes de localizar e/ou medir determinados objetos ou substâncias com elevada precisão. O Canadá desenvolveu sensores quânticos capazes de efetuar a localização de campos petrolíferos.

Mais especificamente para aplicação radar, estão sendo pesquisados os chamados Sensores "Optomecânicos", capazes de detectar luz e movimento. No momento, o desenvolvimento de tais sensores para detecção de superfícies de grande massa apresenta desafios técnicos relativos à carga térmica dos materiais empregados, sendo necessário desenvolver materiais de menor absorção térmica que os existentes. Ademais, é necessário desenvolver protocolos de pulsos, combinados com o emprego de luzes quanticamente reduzidas, além do desafio de efetuar o processamento dos sinais recebidos, extremamente sensíveis, entre outras dificuldades técnicas. Um ponto abordado no "*European QT Roadmap 2016*" diz respeito ao desenvolvimento de sensores quânticos híbridos, capazes de empregar interfaces quânticas ótimas para permitir a transdução dos sinais em todo o espectro eletromagnético.

Já foram desenvolvidos sensores de pressão “Optomecânicos” que estão disponíveis comercialmente. A empresa britânica “M Squared”, em parceria com o Imperial College, desenvolveu uma série de sensores quânticos, destacando-se um acelerômetro quântico que é capaz de substituir o GPS.

Finalmente, a empresa chinesa “China Electronics Technology Group Corporation” (CETC) anunciou o desenvolvimento de um radar quântico experimental em 2018. Segundo a empresa, este radar seria capaz de detectar contatos com baixa assinatura radar, imperceptíveis com a tecnologia existente. No entanto, não foi divulgado nenhum conteúdo técnico sobre o seu desenvolvimento o que deixa margem para questionamentos sobre sua realidade.

Em relação ao ambiente submarino, a empresa Suíça ID Quantique, pioneira no desenvolvimento de sensores quânticos, emprega módulos contadores de fótons, chamados de *superconducting nanowire single-photon detectors* (SNSPD), apresenta boas perspectivas para ampliar a capacidade de imageamento submarino em ambientes turvos e de pouca iluminação, vislumbrando-se, inclusive, a sua possível aplicação como um sensor, também chamado de LiDAR (Light Detection and Ranging). Hoje, tais sensores são empregados para detecção de vazamento de gases e óleo em tubos submarinos, empregando detectores de fótons infravermelhos.

Similares ao LiDAR, são empregados militarmente os *Laser Rangefinders*, como é o exemplo da *Laser Transceiver Unit* (LTU) da Alça Optrônica EOS 400-B, que equipam as Fragatas Classe Niterói, cujo alcance ainda é bastante restrito, mas que futuramente operando associada aos SNSPD, poderá incrementar expressivamente o alcance dos *Laser Rangefinders*.

Cientistas da Academia Nacional de Ciências Chinesas anunciaram, em 2017, o desenvolvimento de um detector quântico submarino, chamado de SQUID (*Superconducting Quantum Interference Device*), que seria um *array* de sensores quânticos com capacidade de detectar um submarino a uma distância de até 6.000 jardas por meio de medidas de desvio de campo magnético.

Por fim, sensores de gravidade, que empregam a tecnologia do detector LIGO, foram miniaturizados e estão sendo utilizados para a detecção de reservas petrolíferas. Tal detecção é possível em função das diferenças de densidade, que causam desvios gravitacionais nos fótons emitidos pelos sensores. Especula-se que essa mesma tecnologia possa ser empregada futuramente para detecção radar e sonar.

É fato que os sensores quânticos trouxeram outra dimensão nas escalas das sensibilidades, atingindo o universo subatômico. Capazes de ultrapassar os limites atuais das me-

dições de grandezas físicas, os sensores quânticos proporcionam elevados níveis de sensibilidade, resolução e precisão, atribuindo grande confiabilidade às aplicações de engenharia, representando um obstáculo teórico intransponível a possíveis contramedidas. Assim, será possível medir todo tipo e grandeza de energia. A partir do momento em que for possível separar ruídos decorrentes de outras origens, e seja possível a sua identificação, nada permitirá que determinado alvo se esconda.

## DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA QUÂNTICA: RADARES E SONARES QUÂNTICOS, SONHO OU REALIDADE?

Pode-se vislumbrar como grande dificuldade para desenvolver radares quânticos, capacitá-los ao emprego como radares de busca e detecção de contatos, conquanto o seu emprego de forma similar aos radares de Direção de Tiro seja uma realidade, embora ainda limitada. Este autor considera três linhas de ação hipotéticas para o desenvolvimento de Radares de Busca Quânticos: o emprego de detecção de ondas gravitacionais provenientes do deslocamento do ar e do deslocamento da água do mar; o emprego de sensores optomecânicos; e por fim o emprego do LiDAR para se fazer a busca de imagens, o qual, se conclui, demandará um extensa busca a um banco de dados de imagens, e necessitará de reconhecimento instantâneo que, associado ao *Big Data* e à computação quântica, poderá se tornar uma realidade.

Avalia-se que o desenvolvimento de sensores optomecânicos esteja mais avançado. O “*European QT Roadmap 2016*” apontava tal desenvolvimento como um objetivo de médio prazo, entre 05 a 10 anos. O Professor Doutor Seth Lyod do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), afirma que, em uma perspectiva realista, é possível o desenvolvimento do primeiro protótipo de Radar Quântico neste mesmo período. Durante as pesquisas realizadas para este artigo, não foram encontradas perspectivas para as demais linhas de ação mencionadas e não se sabe qual linha de ação teria sido adotada para o alegado radar quântico chinês experimental.

Acerca de sonares quânticos, especula-se que existam duas linhas de ação: emprego de detecção de ondas gravitacionais proveniente do deslocamento submerso da água do mar; e o emprego de sensores LiDAR associado aos módulos SNSPDs, o qual a própria empresa ID Quantique aponta como possível solução, declarando, de maneira aberta, que está em busca de parcerias no Setor de Defesa Militar. A solução chinesa anunciada não seria um sonar quântico, mas apenas um sensor auxiliar, como um Medidor de Anomalias Magnéticas (MAD) aerotransportado e com maior alcance.

Não há informações disponíveis sobre possíveis pesquisas e/ou desenvolvimentos realizados pela Indústria de Defe-



sa dos EUA, China, ou ainda outros países para o desenvolvimento de sonares quânticos. Sabe-se que o investimento em tecnologia quântica como um todo é muito alto. Segundo a revista *"The Economist"*, no ano de 2015, a estimativa anual de gastos em desenvolvimento de tecnologias quânticas ostensivas públicas e privadas era, em euros, de 360 milhões nos EUA, 220 milhões na China e 550 milhões na União Europeia, num total mundial de 1 bilhão e 500 milhões.

Os EUA aprovaram, no ano de 2018, o *"National Quantum Initiative Action"*, que prevê um fundo total de 1,2 bilhão de dólares no período de 2019 a 2023. Entre as atividades desta iniciativa, está prevista a pesquisa na área de sensores e detecção quânticos. Buscando mais detalhes sobre o programa estadunidense acerca de sensores quânticos, foi verificado que a empresa *Lockheed Martin* e que a *US Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)* já possuem projetos de desenvolvimento de Radar Quântico.

A Comunidade Europeia lançou o *"The European Flagship Quantum Initiative"*, em 2016, e anunciou um investimento de 1 bilhão de euros em um período de dez anos.

A China investiu 987 milhões de dólares no período 2009-2019. No momento, está investindo alto, bilhões de dólares segundo algumas fontes, na construção de um Laboratório Nacional de Tecnologia da Informação Quântica. Curiosamente, o programa de desenvolvimento da tecnologia quântica chinesa não citava o desenvolvimento de sensores quânticos, em que pese a alegação de possuírem um radar quântico experimental. No entanto, foi publicado um artigo a respeito de Radares Quânticos pela Sociedade de Física da China, em 2014, o que pode ser um indício de que o suposto desenvolvimento seja uma realidade.

O Japão lançou, em 2018, a iniciativa chamada *"Q-LE-AP"*, que prevê o desembolso de 200 milhões de dólares em dez anos, cujo segundo pilar é o desenvolvimento de sensores quânticos.

O Canadá possui histórico de grande investimento na área, tendo investido, no período de 2009-2019, mais de 1 bilhão de dólares, destacando-se que a agência governamental *"Defence Research and Development Canada"* (DRDC) está desenvolvendo tecnologia de sensores quânticos para potenciais aplicações militares, e, em particular, a Universidade de Waterloo possui projeto de desenvolvimento de Radar Quântico que visa ao desenvolvimento de um Radar de Defesa Aeroespacial para a região Ártica.

O Brasil criou o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Informação Quântica, que não abarca o desenvolvimento de sensores quânticos, no entanto, segundo o professor Doutor Luiz Davidovich, existem pesquisas em andamento

neste sentido no Instituto de Física da UFRJ, visando ao emprego na prospecção de petróleo.

Por fim, é interessante acompanhar qual será o impacto financeiro nos investimentos dos diversos países, decorrente da atual pandemia do coronavírus (COVID-19), certamente ocorrerá um atraso nos desenvolvimentos em andamento.

## SENSORES QUÂNTICOS E AS IMPLICAÇÕES PARA AS OPERAÇÕES NAVAIS

Considerando-se a premissa de desenvolvimento de Sensores Quânticos que possam ser empregados como os atuais radares de busca e detecção, além dos atuais sonares de busca passiva e sonares ativos, e que operariam sem contramedidas, segue uma sucinta análise tática hipotética, à luz da Doutrina Militar Naval, aplicada às Operações Navais, que afetará as três dimensões da Guerra Naval.

Iniciamos analisando a Operação Antissubmarino (A/S) e as Ações de Submarinos, onde se vislumbra que ocorrerão grandes impactos: o emprego de sonares quânticos, nos meios de superfície, poderá solucionar uma grande dificuldade resultante da refração da onda sonora, em função da variação de salinidade, temperatura e pressão, significando, na prática, a possibilidade de detecção de contatos abaixo da Profundidade de Camada (PC). Em tese, as características ultrassilenciosas perseguidas pelos submarinos mais modernos, como o Submarino Nuclear de Ataque *"South Dakota"* da Marinha estadunidense, se tornarão irrelevantes com o advento de sonares quânticos; assim as vantagens advindas do poder de ocultação dos submarinos serão anuladas.



FOTO: Steve Trimble @TheDEWLine

Considerando-se que a eficácia das operações A/S caracteriza-se por depender fundamentalmente dos meios de detecção e localização e da capacidade de atacar com rapidez, vislumbra-se que a velocidade dos meios e do emprego dos armamentos A/S tornar-se-ão fundamentais. Ademais, conclui-se que o emprego de “zig-zags” e de outros procedimentos antitorpédicos tornar-se-ão inúteis com o emprego de armamento submarino com sensores quânticos.

Finalmente, o desenvolvimento de um MAD Quântico, pode ser útil para a busca de submarinos em áreas marítimas restritas e em Operações A/S aproximadas, e não apenas para confirmar um contato submarino, como empregado na doutrina vigente, sendo vantajosa por ser empregada por aeronaves em função de sua alta velocidade, se comparada aos meios de superfície e submarinos. Conclui-se que poderá ocorrer uma RAM nestas operações específicas, que terão implicações em outros tipos de Operações Navais, tais como as Operações Anfíbias, de Ataque, Especiais, de Minagem e Contramedidas de Minagem, de Esclarecimento e de Defesa do Tráfego Marítimo.

Outra área mais específica das Operações Navais a se analisar refere-se às Ações de Defesa Aeroespacial, às Ações Aeronavais e às Ações Aéreas. Neste ambiente, considerando-se a Defesa Aeroespacial Ativa, somente se vislumbra mudanças resultantes da anulação das Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), no restante conclui-se que não ocorrerá alterações. O que ocorre concretamente é o desenvolvimento de Radares Quânticos para emprego na Defesa Aeroespacial, para se contrapor à evolução da tecnologia *Stealth* de aeronaves de ataque, o que constitui apenas uma contramedida.

Considerando o terceiro ambiente de Guerra Naval, as Ações de Superfície, também se avalia que ocorrerá apenas o desenvolvimento de uma contramedida, eliminando-se a possibilidade de emprego de MAE, tornando-se desnecessário o emprego de Medidas de Proteção Eletrônica (MPE).

Após realizar uma análise no ambiente tridimensional da Guerra Naval, se vislumbra que as Operações de Ataque serão bastante dificultadas, da mesma forma que as Operações Anfíbias, que naturalmente são de difícil execução. Nestas Operações, ocorrerá evolução tecnológica tanto dos atacantes, quanto dos defensores, ganhando fundamental importância às Ações de Despistamento. Assim, pode-se concluir que, nestas Operações, não ocorrerá efetivamente uma RAM, mesmo considerando-se a inexistência de contramedidas aos sensores Quânticos.

Finalmente, avalia-se preliminarmente que as Ações de Guerra Eletrônica (AGE), da mesma forma que a Guerra Acústica, possam se tornar obsoletas com o advento de sensores quânticos, restando ainda estudar se será possível de-

envolver tecnologia para detectar a irradiação dos fótons no ambiente eletromagnético, tornando possível uma detecção MAGE, da mesma forma que o estudo da possibilidade de desenvolvimento de contramedidas aos sensores quânticos. Caso isso seja possível, o que não faz parte da premissa dessa análise, vislumbramos o advento de Ações de Guerra Quântica, como substituto às AGE, não caracterizando uma RAM. As Ações de Guerra Quântica à semelhança das AGE visarão explorar as emissões do oponente em todo o espectro eletromagnético, entretanto também explorarão as emissões acústicas e gravitacionais.

## CONCLUSÃO

A segunda Revolução Quântica é uma realidade, embora a pandemia do COVID-19 implique incomensurável impacto econômico que retardará indubitavelmente o seu desenvolvimento. Novos sensores quânticos surgirão no futuro e as evidências apresentam o Radar Quântico como realidade. No entanto, o desenvolvimento de um sonar quântico nos parece algo muito incipiente e ainda no campo das ideias. Este último sensor significaria uma ruptura na forma como são planejadas e conduzidas as Operações A/S e as Ações de submarinos no nível tático, podendo ter implicações nos demais níveis de condução da Guerra.

Concluimos, em uma análise preliminar, que o advento dos radares e sonares quânticos, em que pese acarretar significativa alteração da Doutrina Militar Naval, não se tornarão necessariamente uma RAM, do ponto de vista das Operações Navais, sendo necessários estudos mais detalhados sobre possíveis impactos de tais sensores no planejamento e condução destas Operações nos níveis Operacional e Estratégico.

Finalmente, é relevante acompanhar de perto as evoluções tecnológicas de sensores quânticos, particularmente os associados à Operação A/S e às Ações de Submarinos, como é o caso do detector SQUID chinês.

### Nota:

1 - Não abordaremos tais conceitos aqui em função da sua grande complexidade e por fugir ao escopo do presente artigo. Mais informações poderão ser obtidas no vídeo do colóquio realizado pelo professor Luiz Davidovich, presidente da Associação Brasileira de Ciências, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e disponibilizado no endereço eletrônico daquele Centro.

### Referências:

ACÍN, Antonio et al. The Quantum technology roadmap: an European Community view, *New Journal of Physics*, 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1367-2630/aad1ea/pdf>. Acesso em: 3 maio 2020.

BRASILEIROS captam luz e movimento com sensores optomecânicos. *Inovação Tecnológica*, jan. 2017. Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=brasileiros-capturam-luz-movimento-sensor-optomecânico&id=010165170111#.XzrYaRl7m0>. Acesso em: 6 maio 2020.

BROSE, Christian. The new revolution in military affairs: war's Sci-Fi future, **Foreign Affairs**, Nova Iorque, v. 98, n. 3, p.122-134.

CHINA successfully develops quantum radar system. **Global Times**, 2016. Disponível em: <http://www.globaltimes.cn/content/1005525.shtml>. Acesso em: 13 maio 2020.

CHINA'S CETC claims breakthrough in quantum radar development. **Spacewatch Asia Pacific**, 2018. Disponível em: <https://spacewatch.global/2018/11/chinas-cetc-claims-breakthrough-in-quantum-radar-development/>. Acesso em: 13 maio 2020.

DAVIDOVICH, Luiz. Colóquio: Física, informações, e tecnologias quânticas. 11 de março de 2020, Rio de Janeiro: CBPF, 2020. Disponível em: <https://portal.cbpf.br/pt-br/coloquios/fisica-informacao-e-as-novas-tecnologias-quanticas>. Acesso em: 25 abr. 2020.

DUNNING, Hayley. Quantum 'compass' could allow navigation without relying on satellites. **PhysOrg**, nov., 2018. Disponível em: <https://phys.org/news/2018-11-quantum-compass-satellites.html>. Acesso em: 7 maio 2020.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. 115º Congresso dos Estados Unidos da América. **National Quantum Initiative Act**. 2018.

HABLING, David. China's quantum submarine detector could seal South China Sea. **New Scientist**, ago. 2017. Disponível em: <https://www.newscientist.com/article/2144721-chinas-quantum-submarine-detector-could-seal-south-china-sea/>. Acesso em: 14 maio 2020.

HALL, Brian C. **Quantum Theory for mathematicians**. Nova Iorque: Springer, 2013. 572 p.

ID QUANTIQUE WEBINAR. Disponível em: <https://www.idquantique.com/idq-launches-new-quantum-sensing-webinar-series/>. Acesso em: 08 maio 2020.

KANG, Liu et al. Analysis and simulation of Quantum radar cross section. *Chinese Physics Letters*, 2019, v.4, n.4. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0256-307X/31/3/034202/pdf>. Acesso em: 13 maio 2020.

KOK, Pieter. **A first introduction to Quantum Physics**. Nova Iorque: Springer, 2018.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão. Submarino Nuclear de Ataque *South Dakota*, **Revista Passadiço**, Niterói, ed. 38, 2018. p. 84-89.

\_\_\_\_\_. Estado Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Militar Naval**. Brasília: EMA, 2017.

NEW instrument extends LIGO's reach. **MIT News**, dez., 2019. Disponível em: <http://news.mit.edu/2019/ligo-reach-quantum-noise-wave-1205>. Acesso em: 11 maio 2020.

OUELLETTE, Jennifer. Quantum gravity detector will use atom clouds to survey for oil. **New Scientist**, ago. 2017. Disponível em: <https://www.newscientist.com/article/2142507-quantum-gravity-detector-will-use-atom-clouds-to-survey-for-oil/>. Acesso em: 12 maio 2020.

QUANTUM technology is beginning to come into its own. **The Economist**, maio, 2017. Disponível em: <https://www.economist.com/news/essays/21717782-quantum-technology-beginning-come-its-own>. Acesso em: 12 maio 2020.

RIGHT way of monitoring along pipelines: Thousands of miles of situational awareness in a single view. **Quantum Technology Science**, 2014. Disponível em: [https://www.qtsi.com/wp-content/uploads/2014/09/Quantum\\_Pipeline\\_WP.pdf](https://www.qtsi.com/wp-content/uploads/2014/09/Quantum_Pipeline_WP.pdf). Acesso em: 8 maio 2020.

SCHWAB, Klaus A **Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016. 160.

SMITH-GOODSON, Paul. Quantum USA Vs. Quantum China: the world's most important technology race. **Forbes**, out. 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2019/10/10/quantum-usa-vs-quantum-china-the-worlds-most-important-technology-race/#3888895672de>. Acesso em: 13 maio 2020.

SUSSMAN, Ben et al. Quantum Canada. **Quantum Science Technology and Information**, v.4, n.2., 2019. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2058-9565/ab029d/pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

THE SECOND quantum revolution. **NIST**, 2018. Disponível em: <https://www.nist.gov/topics/physics/introduction-new-quantum-revolution/second-quantum-revolution>. Acesso em: 4 maio 2020.

WUNISH, Adam. Nothing new: why the 'revolution' in military affairs is the same as the old one. **The National Interest**, set., 2019. Disponível em: <https://nationalinterest.org/feature/nothing-new-why-revolution-military-affairs-same-old-one-77266>. Acesso em: 5 abr. 2020.

YAMAMOTO, Yohihsa et al. Quantum information science and technology in Japan. **Quantum Science Technology and Information**, v. 4, n.2., 2019. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2058-9565/ab0077/pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

VELLA, Heidi. Could quantum radars expose stealth planes? **Engineering and Technology**, v. 14, n. 4, abr., 2019. Disponível em: <https://eandt.theiet.org/content/articles/2019/04/could-quantum-radars-expose-stealth-planes/>. Acesso em: 13 maio 2020.

ZANG, Qiang et al. Quantum information research in China. **Quantum Science Technology and Information**, v.4, n.4, 2019. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2058-9565/ab4bea/pdf>. Acesso em: 05 maio 2020.





# NOVA ESTAÇÃO ANTÁRTICA "COMANDANTE FERRAZ"

FOTO: Marinha do Brasil

Capitão de Mar e Guerra (RM1) **LEONARDO FARIA DE MATTOS**

Encarregado do Setor de Geopolítica - EGN

Mestre em Estudos Estratégicos pela UFF / Mestre em Ciências Navais pela EGN

## INTRODUÇÃO

**E**m janeiro de 1964, o Capitão de Corveta Salvio Augusto de Oliveira Martins, aperfeiçoado em hidrografia, foi o primeiro oficial da Marinha do Brasil a chegar ao continente antártico. A viagem do primeiro militar brasileiro à Antártica, iniciada no final de 1963, foi cercada de tanto sigilo que, ainda hoje, pouco se conhece sobre as razões que levaram o Chile a convidar o Brasil para participar de sua expedição, tampouco os detalhes dessa comissão. Dezenove anos depois, em janeiro de 1983, chegava à Antártica a primeira expedição brasileira, com os navios “Barão de Teffé”, da Marinha do Brasil, e “Professor Besnard”, da Universidade de São Paulo.

No ano seguinte, em fevereiro de 1984, era inaugurada a Estação Antártica “Comandante Ferraz” (EACF), na Ilha Rei Jorge. Em fevereiro de 2012, um grande incêndio destruiu praticamente toda a estação, que além das perdas materiais levou a óbito dois militares da Marinha do Brasil, membros do grupo base, que tentavam controlar as chamas. O Brasil manteve suas pesquisas na região por meio dos navios NPo “Almirante Maximiano” e NApOc “Ary Rongel”, bem como pela expedita instalação, em fevereiro de 2013, de módulos antárticos emergenciais, que serviram de estação provisória para nossos pesquisadores e o grupo base de 16 militares que mantêm a estação.



No dia 15 de janeiro de 2020, quase oito anos após o trágico incêndio, foi inaugurada pelo Vice-Presidente da República, General Hamilton Mourão, com a presença de diversas autoridades civis e militares, a nova EACF, localizada na mesma posição que a anterior. Projetada pelo escritório de arquitetura brasileiro “Estúdio 41”, foi construída pela empresa chinesa China National Electronics Import & Export Corporation (CEIEC), por um custo de US\$ 100 milhões. É considerada a mais moderna e bem equipada estação de pesquisa da Península Antártica e uma das mais modernas de todo continente, com uma capacidade de alojar até 64 pessoas.

Nesse momento, julgo oportuno tecer breves considerações sobre a história do interesse pelo continente e algumas projeções para o futuro.

## O INTERESSE PELA ANTÁRTICA

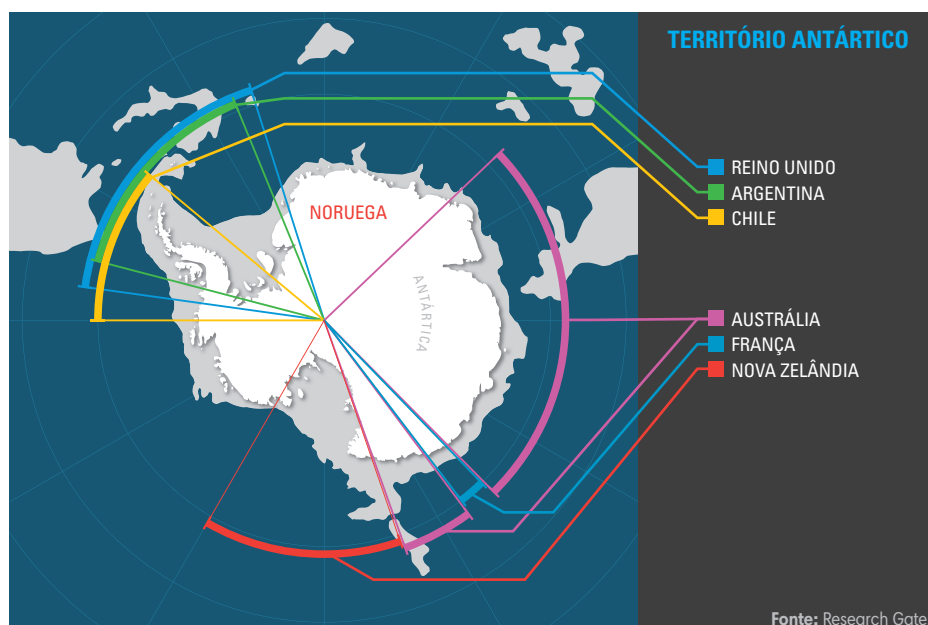
A Antártica é o continente dos superlativos. O mais frio, alto, seco e ventoso do planeta. Se fosse um país seria o segundo maior do mundo, somente atrás da Rússia, com uma área total de 13.661.000 km<sup>2</sup>, equivalente a 1,6 vez a área total do Brasil. Em termos de riquezas minerais, estima-se que a Antártica seja abundante em petróleo, gás, cobre, urânio, entre outros minerais de grande valor comercial. Isso sem falar que possui 70% da água doce do planeta. É o único continente que não possui população autóctone e também, o último a ser efetivamente explorado. No verão são cerca de 5 mil pessoas, entre operadores das estações e cientistas, e no inverno esse número cai para 1 mil em todo continente.

Historicamente, o primeiro a avistar efetivamente a Antártica foi o oficial da Marinha russa Fabian Bellinghausen, em 28 de janeiro de 1820. A caça predatória de mamíferos marinhos (o óleo das baleias e a pele das focas) foi o maior atrativo para os exploradores desse continente durante, praticamente, todo o século XIX.

A primeira estação de pesquisa permanente na área do Tratado da Antártica (ao sul do paralelo 60°S) foi a Base Órcadas, da Argentina, inaugurada em fevereiro de 1904. Os argentinos mantêm a base operando ininterruptamente até os dias de hoje, cuja data da inauguração, 22 de fevereiro, passou a ser considerada como o “Dia da Antártida Argentina”, a partir de um decreto presidencial de 1974.

Em 1908, o Reino Unido fez a primeira reivindicação de território no continente antártico. Após o término da Primeira Guerra Mundial, reivindicaram territórios a Nova Zelândia, em 1923; a França, em 1924; a Austrália, em 1933; a Noruega, em 1939; e, em 1940, Argentina e Chile. A parcial coincidência nos setores da Argentina e Reino Unido levou os dois países a uma série de incidentes no final dos anos 1940 e na primeira metade dos anos 1950, o que motivou a comunidade internacional a tentar uma solução jurídica para o continente, ainda sem soberania plenamente definida.

De julho de 1957 a dezembro de 1958, 12 países realizaram pesquisas na Antártica durante o Ano Geofísico Internacional (AGI), critério que foi considerado pelos Estados Unidos para definir quais países participariam da conferência de Washington, que levou à assinatura do Tratado da Antártica em dezembro de 1959. O Brasil participou do AGI, quando instalou um Posto Oceanográfico da Marinha na Ilha da Trindade, em 1957, mas não realizou pesquisas antárticas, pois não tínhamos meios nem experiência para operar em regiões polares. Por isso que o país não foi convidado para Conferência de Washington.



De julho de 1957 a dezembro de 1958, doze países realizaram pesquisas na Antártica durante o Ano Geofísico Internacional (AGI), critério que foi considerado pelos Estados Unidos para definir quais países participariam da conferência de Washington, que levou à assinatura do Tratado da Antártica em dezembro de 1959. O Brasil participou do AGI, quando instalou um Posto Oceanográfico da Marinha na Ilha da Trindade, em 1957, mas não realizou pesquisas antárticas, pois não tínhamos meios nem experiência para operar em regiões polares. Por isso que não foi convidado para Conferência de Washington.

O Tratado da Antártica é composto de 14 artigos, destacando-se: o uso da Antártica para fins pacíficos, sendo proibido qualquer teste de armas, instalação de bases militares ou a realização de exercícios militares, incluindo testes de armamento de qualquer natureza; a presença de militares e materiais de caráter militar permitida apenas em benefício à pesquisa científica ou para qualquer outro propósito pacífico; a liberdade de pesquisa científica na região; a facilitação da cooperação internacional na Antártica; e o congelamento das reivindicações territoriais anteriores ao Tratado (não foram reconhecidas, mas não deixaram de existir).

Desde 1961, quando o Tratado entrou em vigor, outros 17 países se tornaram membros consultivos, com direito a voto e veto em todos os assuntos tratados nas Antarctic Treaty Consultive Meetings (ATCM). Além desses 29 países (os 12 originais mais os 17), outros 25 países possuem o *status* de observadores nas ATCMs por terem aderido ao Tratado, mas não têm direito a voto.

O Brasil aderiu ao Tratado da Antártica em maio de 1975, por decisão do Presidente Ernesto Geisel, e se tornou

membro consultivo em 1983, no governo do Presidente João Figueiredo, após ter realizado sua primeira expedição ao continente gelado no verão de 1982-1983. A Estação Antártica “Comandante Ferraz” foi inaugurada em fevereiro de 1984, passando a ser permanentemente ocupada a partir de fevereiro de 1986. Em 2012, ano do incêndio que destruiu a EACF, uma atualização da Política Nacional de Defesa, o documento de mais alto nível da Defesa brasileira, passou a considerar a Antártica como parte do Entorno Estratégico Brasileiro (região onde o país pretende exercer um maior protagonismo nas diferentes expressões do poder nacional), juntamente com a América do Sul e a Costa Ocidental da África, reafirmando o compromisso do nível político-estratégico com nossa presença no sexto continente.

Após a inauguração da nova estação, cabe refletirmos brevemente sobre a presença do Brasil na Antártica e o futuro do continente gelado.

## PERSPECTIVAS PARA O SEXTO CONTINENTE

Todos os cinco membros permanentes do Conselho de Segurança das Nações Unidas, países que são potências econômicas e militares (inclusive nucleares), são membros consultivos do Tratado e possuem mais do que uma estação permanente no continente antártico (China – 2; EUA – 3; França – 2; Reino Unido – 1 e Rússia – 5). Além desses cinco, cabe mencionar a presença da Índia, outra potência econômica e militar (com poder nuclear), com duas estações permanentes, e que se tornou membro consultivo na mesma ocasião que o Brasil, em 1983. Desses países, a China e a Índia possuem as duas maiores populações do planeta (a ONU estima que em 2050 terão juntos 3 bilhões de habitantes, de um total de 9,7 bilhões) e já são, respectivamente, o primeiro e o terceiro maiores consumidores de energia do mundo. Com a previsão de aumento em 50% do consumo total de energia do planeta até 2050, comparado com 2018, será muito difícil a manutenção do continente antártico como um território livre da prospecção mineral, como estabelecido no Protocolo de Madri, de 1991, sendo China e Índia, muito provavelmente, os maiores interessados pela mudança do regime, pois deverão ser os maiores consumidores de energia. Além do interesse na prospecção mineral, não apenas de gás e petróleo, mas também de outros minérios estratégicos como urânio, lítio etc., a Antártica, por defrontar os três mais im-



portantes oceanos do planeta (Atlântico, Índico e Pacífico), tem uma posição estratégica para instalação de bases para apoio a submarinos balísticos, para lançamento de mísseis e para observações astronômicas e controle de satélites (a estação científica chinesa de Kunlun, a 4 mil metros de altitude, é considerada uma das mais bem posicionadas do mundo). Sem mencionar o interesse pela água doce, correspondente a 70% do total do planeta, já existindo projetos de reboque de *icebergs* para países do Oriente Médio e para a África do Sul.

O Brasil é o sétimo país mais próximo do continente antártico. Não interessa a nós que o atual regime de não exploração mineral e de não instalação de bases militares seja alterado. Somos um país autossuficiente em água e recursos minerais, inclusive exportador de muitos deles. Qualquer alteração no regime antártico pode trazer danos ao meio ambiente global,

e em particular, ao regional, vindo a comprometer o agronegócio brasileiro, importante parcela de nossa balança comercial, bem como aumentar a oferta de recursos minerais no mercado internacional, o que também não seria financeiramente positivo para o Brasil. A presença de bases militares na Antártica, especialmente de uma das potências nucleares, posicionadas no setor que defronta o Atlântico Sul, traria um aumento da insegurança dentro do Entorno Estratégico Brasileiro.

Para nos tornarmos protagonistas na Antártica, somente com o aumento de nossa presença, instalando outras estações, bem como incrementando nossas pesquisas científicas. Num continente impedido de ser explorado comercialmente e sem a presença de bases militares, é a Ciência o grande instrumento do poder nacional dos países que lá estão. Levando em consideração que conhecimento é poder, devemos aumentar o nosso conhecimento daquele continente para podermos garantir que sejamos ouvidos, caso o Protocolo de Madri venha a ser rediscutido no âmbito dos países membros consultivos.

Com as inúmeras carências de recursos orçamentários para atender todas as demandas em nosso próprio território nacional, pensar em aumentar a presença brasileira na Antártica parece um contrassenso. Apenas com o aumento dos debates geopolíticos e a inserção do tema “Geopolítica Antártica” nos currículos dos diversos cursos superiores e de pós-graduação nas áreas como Defesa, Direito, Relações Internacionais e os das Ciências ligadas às pesquisas antárticas, poderemos formar uma massa crítica consciente sobre os riscos de não aumentarmos nosso protagonismo no Sexto Continente.

#### Referências:

ANTARCTIC information. **Council of Managers of National Antarctic Programs**. 2020. Disponível em: <https://www.comnap.aq/antarctic-information/>. Acesso em: 13 maio 2020.

COOL Antarctica, **Facts**. Disponível em: [http://www.coolantarctica.com/Antarctica%20fact%20file/fascinating\\_facts\\_about\\_antar.htm](http://www.coolantarctica.com/Antarctica%20fact%20file/fascinating_facts_about_antar.htm). Acesso em: 13 maio 2020.

DAY, David. **Antarctica: a biography**. New York: Oxford University Press, 2013.

MARINHA DO BRASIL. **Programa Antártico Brasileiro**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/proantar>. Acesso em: 13 maio 2020.

MATTOS, Leonardo Faria de. **O Brasil e a adesão ao tratado da Antártica: uma análise de política externa no governo Geisel**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos). Niterói: Universidade Federal Fluminense, Instituto de Estudos Estratégicos, 2015.

SECRETARIAT OF THE ANTARCTIC TREATY. Disponível em: [https://www.ats.aq/index\\_e.html#](https://www.ats.aq/index_e.html#). Acesso em: 13 maio 2020.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Annual Energy Outlook 2020**. Disponível em: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/AEO2020%20Full%20Report.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.





## SISTEMA HF CELULAR

FOTO: Marinha do Brasil

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

### INTRODUÇÃO

**A** cada dia, verificamos novas introduções tecnológicas nas mais diversas áreas da ciência. Países e organizações – públicas e privadas – investem cada vez mais em pesquisa, desenvolvimento e busca por novas tecnologias. O número de novas descobertas e patentes cresce em patamares jamais vistos.

O mesmo acontece com as telecomunicações, em todas as suas vertentes: voz ou dados, cabeadas ou por meio de ondas eletromagnéticas, a curtas ou longas distâncias. Hoje, já é possível, em grandes centros urbanos, conectividade quase que total, com a possibilidade de troca de mensagens praticamente instantâneas, em alcance mundial. Usuários em diferentes cidades ao longo de nosso planeta, seja Pequim ou Tóquio, na Ásia, Paris ou Roma, na Europa, Dakar ou Pretória, na África, Lima ou São Paulo, na América do Sul, podem conversar, inclusive por vídeo, ou trocar mensagens de dados, de forma segura e em altas taxas.

Diversas são as razões para tamanho desenvolvimento. Podemos citar algumas:

- O desenvolvimento de componentes eletrônicos, cada vez mais miniaturizados, com maior capacidade de processamento, maior robustez e confiabilidade;
- O desenvolvimento de algoritmos, modulações e técnicas de comunicações cada vez mais sofisticadas; no começo do século passado, a modulação AM (amplitude modulada) era a base das comunicações via rádio. A modulação FM (frequência modulada) introduziu novos benefícios. Nos dias de hoje, além de modulações digitais mais complexas, como QAM (*Quadratura Amplitude Modulation*) tem-se também as novas técnicas de modulações por espalhamento espectral (sequência direta e salto em frequência) e códigos de correção de erros, esses últimos desenvolvidos para possibilitar as comunicações por ocasião da exploração do espaço profundo; e



- O desenvolvimento da capacidade de comunicação em redes, ou seja, por meio de caminhos diferentes, em técnica denominada “diversidade espacial”, quando o sistema se ajusta de forma dinâmica a procura sempre o “melhor” caminho – o caminho otimizado. Assim é a base para a utilização dos roteadores, dispositivos indispensáveis para as rápidas comunicações de dados em altíssimas taxas. Salienta-se que as comunicações em redes também proporcionam resiliência às comunicações, pois o sistema procura alternativas na eventualidade de um caminho estar interrompido.

A internet, a comunicação satelital, as fibras ópticas mergulhadas sobre o fundo dos oceanos e as comunicações por meio de telefonia celular são exemplos de novas tecnologias e modernas técnicas de comunicação desenvolvidas nas últimas décadas.

Com relação à comunicação em redes, verifica-se que possíveis razões de falhas por parte de sua arquitetura podem ser devidas a algum mau funcionamento eventual de seus componentes ou desastres da natureza. Entretanto, no mundo atual, há que se considerar também os possíveis ataques cibernéticos, que podem ser executados por forças militares ou até mesmo terroristas, em conflitos convencionais ou assimétricos.

De qualquer forma, independentemente da motivação para a falha da rede, deve-se elaborar estratégias para mitigá-las, quando ocorrerem. A questão a ser formulada não é se ocorrerão, mas quando ocorrerão.

A Collins Aerospace, tradicional empresa estadunidense na área de Defesa e com amplo portfólio, notadamente na área de comunicações seguras, desenvolveu o sistema HF Celular, que, de forma resumida, proporciona a um usuário móvel, independentemente de sua localização, a escolha da melhor frequência de operação – por meio de técnica de diversidade de frequência – e da melhor estação de conexão – por meio de técnica de diversidade espacial – proporcionando assim o estabelecimento de conexão de forma rápida e eficiente.

Para tanto, o HF Celular faz uso da porção do espectro eletromagnético na faixa de HF (3 a 30 MHz), onde a onda eletromagnética, após ser transmitida, atinge a ionosfera e sofre um processo de refração contínua e, de forma similar a uma reflexão, retorna à superfície do planeta. Esse processo de comunicação é dependente de diversos fatores, alguns sob controle, tais como a localização do transmissor e do receptor, tipos de antenas utilizadas, potência dos equipamentos rádios; outros fatores, contudo, como *sun spot number* (número de manchas solares), altura da camada e formação da ionosfera, todos dependentes da irradiação solar, não podem ser controlados pelo ser humano – no máximo monitorados.

Esse mecanismo de propagação na faixa de HF, não observado em outras faixas de frequência, é utilizado para comunicações com aeronaves em voos intercontinentais, navios longe da costa e por radares *Over the Horizon* (OTH), para detecção além do horizonte.

Ressalta-se, contudo, que os mecanismos de propagação ionosférica são complexos, e nunca foi fácil antever seu desempenho; ao se tentar prever, por exemplo, qual a melhor frequência de operação para determinado momento e dada localização do transmissor e do receptor. Em passado não muito distante, se fazia uso dos mapas *Maximum Usable Frequency* (MUF), que, em geral, não proviam resultados satisfatórios e tornavam a operação muito dependente das experiências dos operadores. Pior ainda, a situação em países próximos à Linha do Equador, devido às anomalias equatoriais.

Mais recentemente, foi desenvolvido o protocolo *Automatic Link Establishment* (ALE), onde a unidade transmissora e a receptora realizam rápido protocolo antes de se iniciar a comunicação propriamente dita, de forma a se escolher a melhor frequência de operação para aquelas circunstâncias. A introdução do protocolo ALE nas comunicações em HF proporcionou substancial melhoria da qualidade das mesmas, mas não resolveu definitivamente o problema.

A introdução pela empresa *Collins Aerospace*, do HF Celular, proporcionou uma mudança de paradigma nas comunicações em HF, conforme explicado a seguir.

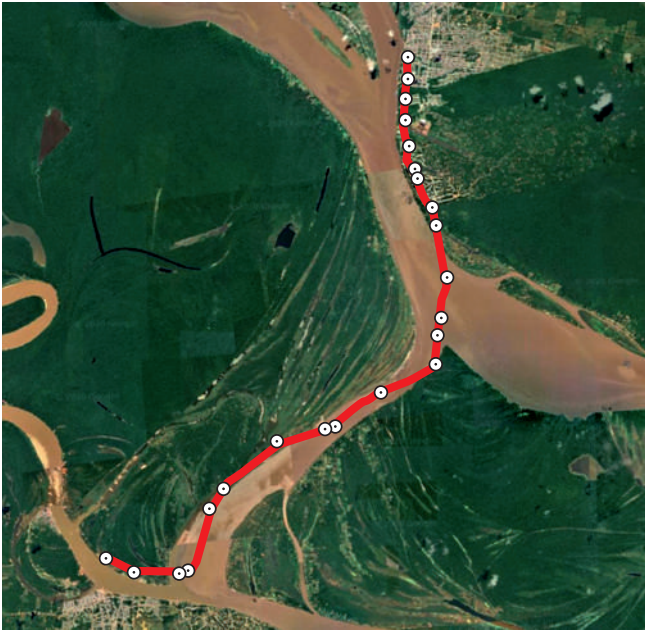
## DESCRIÇÃO DO HF CELULAR

No HF Celular, verifica-se a existência de um conjunto de estações terrestres, integradas em rede por meio de um servidor, em que a entrada da unidade móvel à rede se dá pela estação que proporciona melhor cobertura. Consiste, portanto, de um *backbone* de comunicações, instalado em sítios terrestres, criando um “guarda-chuva” eletromagnético na área de cobertura de interesse.

A operação em rede possibilita alta probabilidade de estabelecimento de comunicação na primeira tentativa, tipicamente acima de 90%. Pode operar com rádios móveis de qualquer fabricante, desde que disponham do protocolo ALE 2G (ALE de segunda geração), preservando, portanto, o investimento anteriormente feito. Os rádios móveis podem ser instalados em aeronaves, embarcações, viaturas ou serem do tipo *manpack*.

O HF Celular pode contribuir também para as atividades de Comando e Controle, pois informações de posicionamento GPS podem ser repassadas por meio dos rádios móveis, de forma automática, aos centros de Comando e Controle. A informação de posição, se repassada, pode ser criptografada,

como explicado mais abaixo, de forma a preservar o sigilo da operação. A foto abaixo ilustra esse processo, em demonstração executada pela *Collins Aerospace* na Amazônia. Pode-se verificar o acompanhamento de posição da unidade móvel, entre as cidades de Tabatinga e Benjamin Constant.



Possibilita também o uso de criptografia para garantir o sigilo das comunicações, e *vocoder* tipo MELP-e (*Mixed-excitation linear prediction-enhanced*), melhorando substancialmente a qualidade das comunicações. Importante ressaltar, essa unidade pode ser utilizada com rádios de outros fabricantes, desde que os mesmos possuam conectores de entrada e saída de áudio.

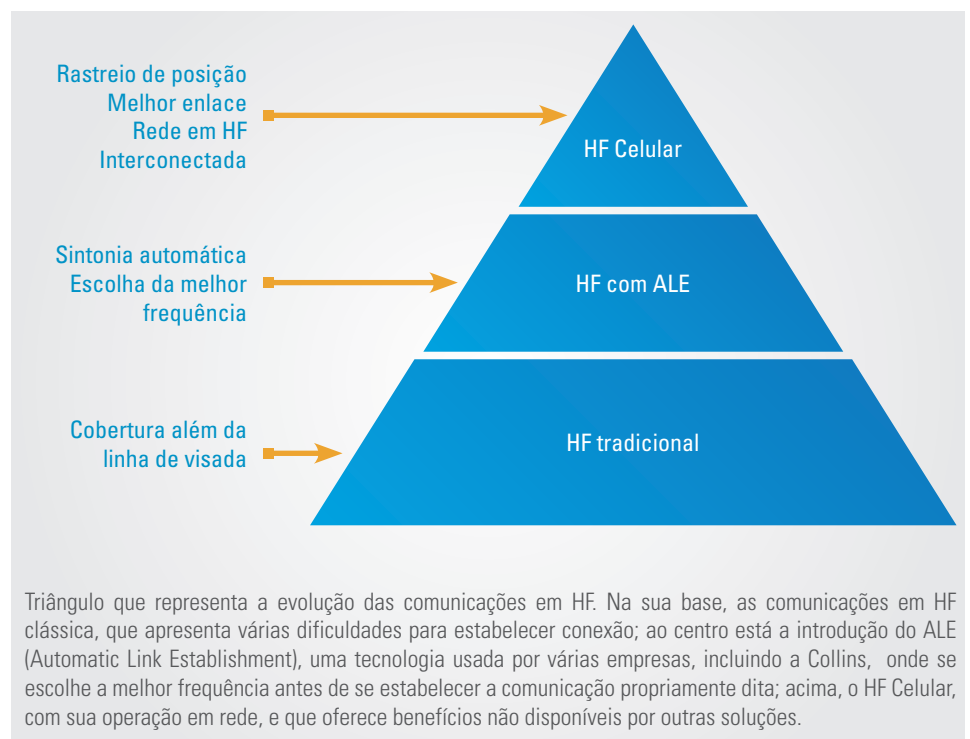
O conceito de operação do HF Celular é similar ao da telefonia celular móvel, quando um usuário móvel é conectado à ERB – Estação Rádio Base – na qual se estabeleça a melhor conexão, e não necessariamente a mais próxima. Há, contudo, uma importante diferença: na rede de telefonia móvel, devido à faixa de frequência utilizada, a comunicação se dá em visada direta, ao passo que em HF poderá ocorrer de haver múltiplas reflexões na ionosfera, fazendo que a conexão ocorra de forma ainda mais sofisticada.

## OTRIÂNGULO DAS COMUNICAÇÕES EM HF

O triângulo abaixo ilustra as três principais fases das comunicações em HF. Na base do triângulo, tem-se as comunicações em HF tradicionais, sem operação em rede e sem utilização do protocolo ALE. É a forma antiga de se comunicar em HF e muito ineficiente. A probabilidade de conexão na primeira tentativa é estimada em torno de 20%.

Na parte intermediária do triângulo, tem-se a introdução do ALE, mas ainda sem operação em rede. A unidade móvel (aeronave, embarcação, viatura, *manpack* etc.) conecta-se à estação fixa previamente definida, de forma estática. Caso ela se desloque para área de atuação de outra estação fixa, há que se estabelecer processo manual de coordenação, podendo sempre estar suscetível às dificuldades de comunicações, coordenação e controle. A probabilidade de conexão na primeira tentativa é estimada em torno de 60%.

Na parte superior do triângulo, tem-se o HF Celular, onde a unidade móvel se conecta à estação fixa com melhor qualidade de sinal, independentemente da distância. Em caso de deslocamento da unidade móvel, não há necessidade de coordenação, que é feita de forma automática e transparente para os operadores. Mecanismo similar ocorre quando usamos o telefone celular em um carro se movimentando. Nosso aparelho é constantemente reconectado a outras ERBs, de forma automática, sem que sequer nos apercebamos. É o chamado *handoff*. Em uma rede adequadamente dimensionada, a probabilidade de conexão na primeira tentativa é estimada acima de 95%.



Além do rápido estabelecimento de comunicação, o HF Celular apresenta como vantagem adicional sua maior resistência a falhas. Em caso de inoperância de uma das estações fixas, as demais estações assumem seu papel, sendo eventual degradação gradual, e nunca total, como no caso dos sistemas que não operam em rede.

### COMPARAÇÃO DE OPERAÇÃO DE REDE TRADICIONAL E HF CELULAR PARA A MARINHA DO BRASIL (MB)

À esquerda, uma rede tradicional, na qual as diferentes estações não são integradas a uma rede, e cada estação procura cobrir determinada área, mesmo que as condições de propagação sejam desfavoráveis.

À direita, uma rede de HF Celular, interconectada em rede, onde a comunicação da unidade móvel (avião, veículo, navio, etc.) é realizada com a estação fixa onde são encontradas as melhores condições de propagação, independentemente da distância entre a unidade móvel e a estação fixa.

Esse processo de integração das estações fixas na rede, fornecendo um *backbone* de alta frequência em uma grande extensão territorial, como se fosse um grande guarda-chuva, mostra-se mais eficiente, reduzindo significativamente o tempo de conexão entre a unidade móvel e a estação fixa com condições mais adequadas para esse momento.

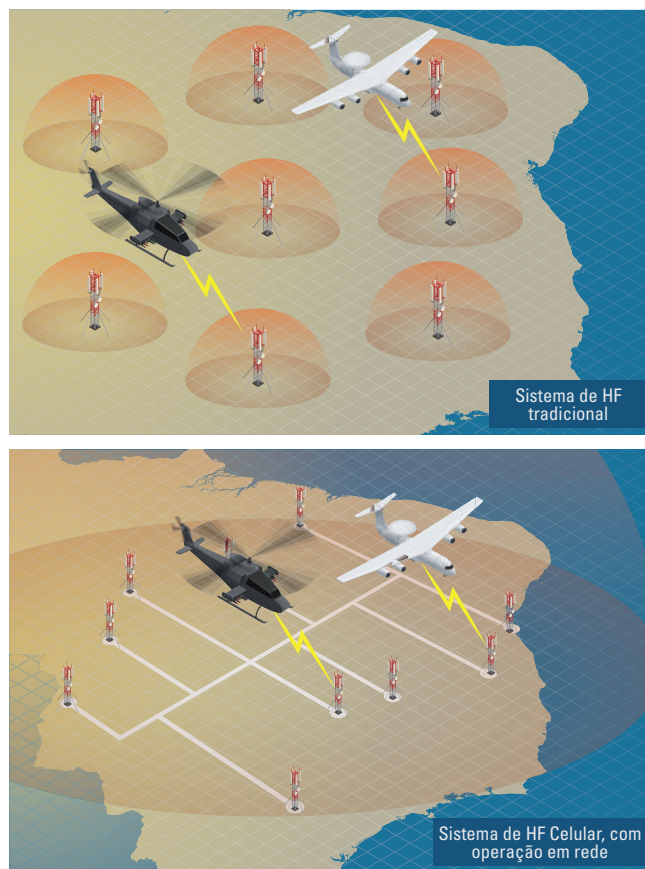
É importante observar que a conexão entre a unidade móvel e a estação fixa pode ser constantemente redefinida, como resultado da busca constante e automática da melhor conexão, independente do desempenho do operador.

### CONCLUSÕES

A operação em rede proporcionada pelo HF Celular, juntamente com a utilização do protocolo ALE, onde se escolhe a melhor frequência de operação, confere à solução desenvolvida pela empresa *Collins Aerospace* técnicas de diversidade espacial e em frequência, respectivamente.

O HF Celular representa o estado da arte, no que diz respeito às comunicações em HF e pode ser implantado de forma gradual, sendo totalmente escalável. A possibilidade de utilização de rádios móveis de diversos fabricantes diminui consideravelmente os custos de sua implantação.

Diante de tudo que foi apresentado, o conceito de HF celular se apresenta como uma opção que disponibilizaria um grande ganho operacional no que tange às comunicações em HF, seja voz ou dados, principalmente para navios que devam operar distante da costa, sendo particularmente útil em lugares nos quais existam regiões desassistidas de infraestrutura



de comunicações, como é o caso do interior da Amazônia por exemplo, no qual a acessibilidade somente é realizada por meio de embarcações se utilizando de toda malha de rios existentes.

Para a MB, o sistema poderia trazer grandes benefícios. Mantendo-se a atual estrutura do Sistemas de Comunicações, com uma Estação Rádio em cada Distrito Naval, os navios de superfície e fluviais seriam atendidos pela Estação que apresente melhor conexão. Por exemplo, um navio a 200 milhas de Salvador não precisaria obrigatoriamente se conectar à ERMS, mas poderia fazê-lo à ERMB ou ERMRJ, dependendo do melhor “caminho” – com melhores condições de propagação. Alternativamente, um NaPaFlu navegando no Rio Amazonas poderia se conectar à ERMN, por exemplo, mesmo sendo a ERMB a mais próxima. Os ganhos operativos são enormes. Tudo de forma automática e sem ação de operadores. Adicionalmente, o sistema pode ser operado remotamente, e as Estações Rádio poderiam ser guarnecidas com menos operadores.

As demonstrações executadas pela Collins Aerospace para a Marinha do Brasil, em passado recente, puderam demonstrar a robustez da solução e a rápida conexão das unidades móveis às Estações Rádio, em função da operação em rede intrínseca e exclusiva do HF Celular.



## A REAÇÃO DA ESQUADRA CONTRA O COVID-19

FOTO: Marinha do Brasil

Capitão-Tenente **ÉRIC PEREIRA RODRIGUES MARINHO**

Encarregado da Divisão de Defesa NBQR - CAAML  
Aperfeiçoado em Máquinas

### INTRODUÇÃO

Os coronavírus compõem um grupo de vírus oriundos da subfamília taxonômica *Orthocoronavirinae* da família *Coronaviridae*, da ordem *Nidovirales*. Há relatos de que coronavírus causavam doenças respiratórias, hepáticas, gastrointestinais e neurológicas em pássaros domésticos, nos anos 1930. Porém, apenas nos anos 1960, os coronavírus evoluíram e se apresentaram com nova estrutura capaz de afetar humanos. Sendo assim, tais vírus passaram a ser conhecidos como “coronavírus humano”, e posteriormente, após novas mutações, foram classificados cronologicamente

em sete cepas, a saber: HCoV-229E, SARS-CoV, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, MERS-CoV e SARS-CoV-2, sendo esta cepa responsável por causar a doença atualmente conhecida como COVID-19.

Tendo em vista o explicado, o presente artigo versa sobre o combate da Marinha do Brasil (MB) à doença chamada “COVID-19”, no âmbito do Comando em Chefe da Esquadra (ComemCh), por meio da Unidade de Descontaminação Volante da Esquadra (UDVE), no período abrangido pelas Operações “Grande Muralha” e “COVID-19”.

## COVID-19

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recebeu alerta de diversos casos de pneumonia na cidade de Wuhan, Província de Hubei, na China. Os acometidos pelos sintomas foram as primeiras vítimas do COVID-19 até o momento conhecidas. Devido à sua relativa facilidade de transmissão, a doença atingiu números de vítimas crescentes, espalhando-se rapidamente pela maioria dos países. No Brasil, o primeiro caso foi registrado em 26 de fevereiro, um paulista de 61 anos de idade.

O vírus, que é transmitido por gotículas expelidas pelo corpo humano ao espirrar ou tossir, possui como portas de entrada os olhos, nariz e boca das vítimas; é, portanto, um vírus que tende a afetar os humanos, uma vez que estes sobrevivem baseados em relacionamentos interpessoais. De acordo com a Organização Pan-americana de Saúde (Opas), a doença tem o período de incubação que varia de 1 a 14 dias, tendo uma média de 5 dias. Sendo assim, após infectada, esses são os prazos para que a vítima manifeste os sintomas característicos. O sintoma mais crítico da doença é a falta de ar, pois pode levar o paciente a óbito inesperadamente.

Devido ao espalhamento global do COVID-19 no mundo, a OMS caracterizou, em 11 de março de 2020, a doença como uma pandemia. Dessa forma, seguindo orientações desta Organização, governantes de diversos países intensificaram medidas de restrição ao contágio do COVID-19. Tais medidas consistiam em reduzir a interação social entre pessoas, por meio de proibições de aglomerações generalizadas, isolamento social de pessoas de grupos de risco, utilização de máscaras faciais, rodízios de funcionários em empresas, redução da atividade comercial, entre outras.



## OPERAÇÕES “GRANDE MURALHA” E “COVID-19”

Em resposta à ameaça promovida pelo COVID-19, a MB iniciou a Operação “Grande Muralha”. Esta operação foi concebida para realizar ações de enfrentamento à COVID-19 nos campos Médico e de Defesa Biológica, atendendo à Família Naval e às populações locais em todos os Distritos Navais. Para a tal, o Comandante da Marinha incorporou todos os recursos disponíveis da MB para o enfrentamento, mobilizando todos os componentes do Sistema de Saúde da Marinha (SSM) e das Organizações militares (OM) de atribuições operativas.

A Operação “COVID-19” foi iniciativa do Ministério da Defesa (MD) e, por meio do Estado Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), operacionalizou a mitigação da disseminação do COVID-19, utilizando-se de informações, protocolos e acompanhamentos estatísticos.





Para possibilitar essa operação, foram criados dez Comandos Conjuntos e um Comando de Operações Aeroespaciais; os primeiros controlam as cinco grandes regiões do Brasil e o segundo provê apoio aos primeiros. Os Comandos Conjuntos apoiam operações federais como controle de passageiros, tripulantes nos aeroportos, portos, terminais marítimos e controle de acesso das fronteiras, além de manter postos de triagens e hospitais de campanha. Fora essas tarefas, ainda conta com efetivos de especialistas NBQR, com a finalidade de realizar descontaminações de pessoal, instalações e materiais. Sendo assim, as duas Operações têm a devida importância na contenção da proliferação da doença e de seus efeitos dentro do Brasil.

### SISTEMA DE DEFESA NBQR DA MB

A Defesa NBQR surgiu da necessidade de se apresentar uma oposição às ocorrências que envolvessem agentes NBQR, sejam elas oriundas de acidentes ou de ataques. Com base nessa premissa, o Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML), com o apoio do Comando em Chefe da Esquadra, criou o Curso Especial de Defesa NBQR (C-Esp-DefNBQR). Esse curso, que se iniciou em 2010, fundamentou os conhecimentos advindos das doutrinas incorporadas às Fragatas Classe “Niterói” e foi responsável pela

formação de especialistas em Defesa NBQR que atuam nas Organizações Militares (OM) de todo o Sistema de Defesa NBQR, da MB.

Baseado na Diretriz Ministerial nº 14/2009 do Ministério da Defesa (MD), o Chefe do Estado Maior da Armada (CEMA) decidiu criar, em 2016, o Sistema de Defesa NBQR da MB (SisDefNBQR-MB), cuja coordenação foi delegada ao Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais (CGC-FN), que foi subdividido em cinco níveis.

O primeiro nível abrange as Organizações Militares (OM) em geral e OM especializadas como, por exemplo, o CAAML, o Centro de Instrução “Almirante Sylvio de Camargo” (CIASC) e o Centro de Medicina Operativa da Marinha (CMOpM). Estas OM devem atender ao requisito de capacitação, atuando na prevenção de incidentes; o segundo nível deve atender aos requisitos de detecção, identificação e descontaminação.

Cada um dos Distritos Navais (DN) possui uma Equipe de Resposta NBQR, que realiza o isolamento da área e as ações iniciais de descontaminação dentro da área de jurisdição distrital; o terceiro nível possui uma única equipe, a Companhia de Defesa NBQR (CiaDefNBQR), subordinada ao Batalhão de Engenharia do Corpo de Fuzileiros Navais



(BtlEngFuzNav). Esta Companhia pode atuar em todo o território nacional, também se apresenta como a Equipe de Resposta NBQR do 1º Distrito Naval (1ºDN) e atende ao requisito de resposta. Além disso, essa Equipe de Resposta tem a capacidade de realizar operações com as outras forças armadas brasileiras, forças auxiliares e também órgãos governamentais; o quarto nível é constituído por OM especiais: o Batalhão de Defesa NBQR de Aramar e o Batalhão de Defesa NBQR de Itaguaí.

Ambas as OM estão localizadas dentro de complexos previstos para trabalhar com radioatividade. Dessa forma, estas OM estão sempre preparadas para contenção de acidentes locais, podendo ainda ser empregadas em áreas fora de seus complexos, caso haja necessidade; e o quinto nível é exercido pelo Centro de Defesa NBQR da MB (CDefNBQR-MB). Esta OM atende principalmente aos requisitos de inteligência e ciência e tecnologia, sendo responsável por coordenar e integrar as ações de Defesa NBQR e ser a OM orientadora técnica (OMOT) de assuntos de Defesa NBQR no âmbito da MB.

O CAAML, sendo OM componente do primeiro nível, foi responsável pela capacitação de especialistas durante o período em que ministrou o C-Esp-DefNBQR, possibilitando a manutenção dos demais níveis do sistema de defesa NBQR.



### criação da unidade de descontaminação volante da Esquadra (UDVE)

Em face da crescente ameaça do COVID-19, com saturação do Sistema de Defesa NBQR, a Esquadra tomou a iniciativa de criar a (UDVE). Tal unidade, projetada para atuar no segundo nível, teve por finalidade realizar a descontaminação e adotar medidas profiláticas de combate ao coronavírus nas OM do Complexo Naval de Mocanguê, Navios, aeronaves e viaturas, contribuindo com as missões das Operações “Grande Muralha” e “COVID-19”. Para isso, a Unidade foi constituída por especialistas integrantes da Divisão de Defesa NBQR do CAAML e por especialistas do âmbito da Esquadra. A estrutura da UDVE foi subordinada ao Comando da Força de Superfície, responsável por viabilizar as diversas atuações da UDVE.

Inicialmente a UDVE teve por desafio a realização da descontaminação biológica de Navios, que possuem aspectos específicos a serem observados, quando comparados com áreas terrestres.

É fato que os navios possuem muitos equipamentos eletrônicos, motores, bombas, equipamentos, mobiliário, estruturas, superfícies e materiais de diversas composições. Essa heterogeneidade é relevante na medida em que os descon-



taminantes são empregados a bordo. Por exemplo, motores são equipamentos sensíveis à umidade e corrosão; e a maioria dos descontaminantes utiliza água como veículo de dispersão dos contaminantes. Além disso, os descontaminantes largamente utilizados para o combate a ameaças biológicas têm sido compostos clorados, que por sua vez são corrosivos. Portanto, a falta de descontaminantes não corrosivos pode afetar a manutenção e até mesmo a operacionalidade de diversos equipamentos a bordo.

O navio também é uma plataforma flutuante, portanto irrompe com a logística de terra. O navio deve estar sempre abastecido previamente dos itens necessários, de modo que possa servir de plataforma logística móvel para atender às suas demandas e apoiar as demandas de outros navios do Grupo-Tarefa (GT). Essa condicionante força o navio a planejar e adquirir todos os itens essenciais ao combate, inclusive considerando as limitações dos demais navios componentes do GT, em apoio mútuo.

Com base em tais aspectos, a UDVE conduziu de forma cautelosa suas ações, atingindo sucesso no planejamento e execuções sequenciais de descontaminações em Navios. Certamente, os procedimentos foram melhorados, em virtude dos fatores condicionantes já citados, de forma que a abordagem de Defesa NBQR em Navios teve um indiscutível aperfeiçoamento.



### criação do Estágio de Qualificação de Descontaminação NBQR (EQ-DESCONNBQR)

Paralelo à criação da UDVE, o CAAML, OM subordinada diretamente ao ComemCh, teve a iniciativa de criar o Estágio de Qualificação de Descontaminação NBQR (EQ-DesconNBQR), que visa qualificar militares das OM do âmbito da Esquadra para conduzirem ações profiláticas e de descontaminação a bordo. Os Estágios foram projetados para durar o período de uma semana, utilizando-se de instalações da BNRJ e navios lá atracados. Inicialmente, o EQ-DesconNBQR qualificou duas turmas de estagiários, os quais levaram os conhecimentos NBQR para suas tripulações e possibilitaram as descontaminações em suas OM, independentemente do apoio da UDVE.

No dia 27 de abril, no Complexo Aeronaval de São Pedro da Aldeia, iniciaram-se as aulas da terceira turma do EQ-DesconNBQR, cuja finalidade foi capacitar militares para adoção de medidas preventivas contra o COVID-19 e agentes NBQR.

Após concluído o estágio, os militares qualificados passaram a estar aptos para ampliar a estrutura da UDVE na área de São Pedro da Aldeia, por meio da UDVE-SPA, que capacita o pessoal de todo o complexo para a adoção de medidas de prevenção e promove adestramentos sobre descontaminação dos meios operativos, além de difundir a mentalidade de Defesa NBQR para os futuros estagiários.





## CONCLUSÃO

A UDVE, mediante sua atuação, trouxe maior segurança para os navios e elevação do moral de suas tripulações, permitindo maior conforto e condições adequadas de trabalho a bordo. Não obstante, possibilitou que os militares se integrassem mais profundamente com assuntos de Defesa NBQR, tornando as equipes de respostas a incidentes mais proativas e conscientes de suas tarefas. O combate do SARS-CoV-2 foi apenas o início de um novo tempo, a partir da qual a provisão de materiais e adestramentos qualificarão respostas às ocorrências futuras.

Entre as ocorrências NBQR, ao se comparar a disseminação dos agentes, pode-se claramente perceber que os agentes biológicos são os mais perigosos, pois não possuem rastro físico, é difícil de controlar sua difusão e possuem grande alcance. Sendo assim, o ataque biológico é totalmente silencioso e gera surpresas.



O SARS-CoV-2 vitimou muitas pessoas, e já há relatos de mutação desta cepa. A mutação é comum para os vírus, porém nem todas as mutações são relevantes para a sintomatologia. No entanto, a prevenção é a melhor ferramenta para conter as ameaças biológicas. Dessa maneira, é válido manter os cuidados profiláticos contra o COVID-19, mesmo após o declínio de suas infecções, até que a doença seja considerada tratável e controlada.

A preparação para emergências vindouras deve ser feita com bastante antecedência, pois como observamos, em tempos de crise, o mercado tem a demanda aumentada e muitas empresas podem encontrar-se inoperantes, tornando os produtos inacessíveis ou com preços majorados. Portanto, para que se tenha uma reação adequada ao incidente, deve haver um investimento inicial programado, de modo que o material seja suficiente para conter as emergências.

Mediante a grande demanda interna e externa da MB, ficou patente que, perante incidentes de larga escala, como a proliferação do COVID-19, a Esquadra precisa agir com presteza e continuidade na proteção de seus Navios, visto que o Sistema de Defesa NBQR tende a estar extremamente sobrecarregado. De modo a solucionar essa problemática em situações futuras, sugere-se a alteração do Sistema de Defesa NBQR, no sentido de tipificar a UDVE como unidade de segundo nível e atribuir os devidos requisitos a ela, de modo a aprimorar as ações de Defesa NBQR no âmbito da Esquadra.

### Referências:

BRASIL. Ministério da Saúde. Infecção humana pelo novo Coronavírus(2019-n-CoV). **Boletim Epidemiológico nº 01**, de 28 de janeiro de 2020. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/janeiro/28/Boletim-epidemiologico-SVS-28jan20.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão. **CAAML-1201**: Organização do Controle de Avarias, 2. rev. Niterói: CAAML, 2017. 145 p.

\_\_\_\_\_. **CAAML-1205**: Manual de Ações de Defesa NBQR, vol. 1, 2 e 3. Niterói: CAAML, 2009. 348 p.

\_\_\_\_\_. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN-338**: Manual de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica. Rio de Janeiro: CG-CFN, 2018. 455 p.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305**: Doutrina Militar Naval. Brasília: EMA, 2017.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 132/EMA**, de 29 de agosto de 2016 (RESERVADO). Altera diretrizes do SisDefNBQR e dá outras providências, 2016.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Folha informativa – COVID-19**: (doença causada pelo novo coronavírus). OPAS. 2020. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101-covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101-covid19&Itemid=875). Acesso em: 10 maio 2020.

TESINI, Brenda L. Coronavírus e Síndromes Respiratórias Agudas: (COVID-19, MERS e SARS). **Manual MSD**: versão para profissionais de saúde, 2020. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/doen%C3%A7as-infecciosas/v%C3%AAdrus-respirat%C3%B3rios/coronav%C3%AAdrus-e-s%C3%AAdndromes-respirat%C3%B3rias-agudas-covid-19,-mers-e-sars>. Acesso em: 10 maio 2020.

PRÊMIO CONTATO  
**CNTM**  
2019

NAVIOS DIRETAMENTE  
SUBORDINADOS AO  
COMANDO DA FORÇA  
DE SUPERFÍCIE



**U20**

**NVe Cisne Branco**  
1012 contatos

PRIMEIRO ESQUADRÃO  
DE ESCOLTA



**F44**

**F Independência**  
1374 contatos

SEGUNDO ESQUADRÃO  
DE ESCOLTA



**V32**

**Cv Julio de Noronha**  
4 contatos

PRIMEIRO ESQUADRÃO  
DE APOIO



**G25**

**NDCC Almirante Sabaia**  
537 contatos

ESQUADRÕES DE  
HELICÓPTEROS



**HELIAS**

**EsqdHS-1**  
30 contatos

# 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.

## 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

[collinsaerospace.com](http://collinsaerospace.com)

 **Collins Aerospace**

# O EMPREGO DE MEIOS DE SUPERFÍCIE NÃO TRIPULADOS



FOTO: Defense Advanced Research Projects Agency

Capitão de Fragata (RM1-T) SILVIO CESAR **COUTO** DA SILVA

Instrutor da Divisão de Guerra Acima D'água - CAAML  
Pós-Graduado/*Latu Sensu* em Ciências Navais

## INTRODUÇÃO

A utilização de Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs), levando em consideração as possíveis aplicações no Teatros de Operações<sup>1</sup> para a Guerra Naval, são amplas. O termo drone originalmente esteve associado às plataformas aéreas controladas remotamente, comumente chamadas de VANTs.

Os últimos desenvolvimentos e evoluções tecnológicas permitiram a miniaturização tanto da propulsão, como dos sensores normalmente utilizados em plataformas militares convencionais não só aéreas, mas também submarinas (caso dos Veículos Submarinos Operados Remotamente (ROV), terrestres (conhecidas como Veículos Terrestres não Tripulados (UGV), e, mais recentemente, de superfície (conhecidas como Veículos de Superfície não Tripulados (USV).

Dessa forma, os drones chegaram a todos os ambientes de guerra no Teatro de Operação, sendo possível verificar suas aplicações no ambiente de superfície, o que nos faz constatar que essas máquinas inteligentes, quando não rivalizam com os meios operativos tripulados convencionais, podem com eles atuar de forma complementar e coordenada.

A extensão da atuação dos drones em diversos ambientes da Guerra Naval tem ocasionado uma mudança de paradigma nas principais marinhas de guerra em todo o mundo. Em face aos novos conceitos de operação remota, aliados ao surgimento da inteligência artificial, quase totalmente remota, é possível reduzir os riscos de baixa de pessoal em situações operativas críticas, levando a um aumento da eficiência no desempenho das missões.

Outro fator a se considerar é o menor custo de operação e manutenção deste tipo de plataforma, em comparação com os meios operativos convencionais tripulados e operados por humanos (ISAMAEL JUNIOR, 2018).

A velocidade e profundidade em que avança a chamada Quarta Revolução Industrial exige que o setor público e o privado procurem acompanhar esse movimento, seja no sentido de compreendê-lo para dele extrair as maiores possibilidades, seja para aplicá-lo, e ao mesmo tempo, construir novos dispositivos legais que venham ao encontro das particularidades tecnológicas não previstas em outros tempos (ENABED, 2018).

## O SURGIMENTO DE MEIOS DE SUPERFÍCIE NÃO TRIPULADOS AO REDOR DO MUNDO

Neste tópico, serão apresentadas, de forma a sucinta, as experiências de diversas potências mundiais no desenvolvimento de tecnologias voltadas à criação de embarcações autônomas e remotamente controladas.

### EUA

A Marinha estadunidense (USN) vem se dedicando a desenvolver um conceito para operações em embarcações não tripuladas de superfície, grandes e médias. Os conceitos de operações (ou “CONOPS”) destinam-se a definir o que seria considerado “capacidade operacional inicial” para USVs médios e grandes, estabelecendo o que essas plataformas devem fazer. “O veículo de superfície não tripulado médio se concentrará, inicialmente, em cargas úteis de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (ISR) e em sistemas de Guerra Eletrônica (EW), enquanto o grande navio de superfície não tripulado se concentrará em Guerra de Superfície (SUW) e em missões de ataque”.

A USN espera que os navios do futuro possam permanecer no mar por vários meses e naveguem milhares de quilômetros. O *Sea Hunter* é, atualmente, uma plataforma de vigilância que não tem armas a bordo, com cerca de 38 metros de comprimento, podendo alcançar a velocidade de 27 nós.

### REINO UNIDO

Desenvolvido pela SEA-KIT, uma empresa de tecnologia marítima da Inglaterra, o navio *Maxlimer*, com apenas 12 metros de comprimento, pode se tornar o

veículo marítimo mais importante do mundo. Isso porque ele está na iminência de ser a primeira embarcação de superfície não tripulada, ou USV, a atravessar o Oceano Atlântico. O *Maxlimer* é totalmente robótico e autônomo.

A embarcação foi lançada em 2017 e passou por testes ao longo dos últimos dois anos que mostraram resultados animadores (PORTOS E NAVIOS, 2019). Além disso, outros projetos estão em andamento, como a aquisição de barcos autônomos caça-minas, construídos na Alemanha pela Atlas Elektronik, que serão incorporados à Marinha Real Inglesa.

O ARCIMS, como é conhecido, tem 11 metros de comprimento, capacidade para carregar quatro toneladas de material e pode navegar a uma velocidade máxima de 40 nós (74 km/h), sendo capaz de criar um padrão para detectar e destruir minas mais rapidamente. Outra propriedade a ser citada é sua capacidade em reconhecer a presença de outras embarcações na água, ou de outros perigos, conseguindo manobrar para evitá-los e retomar a configuração programada anteriormente.

### JAPÃO

A empresa japonesa Toyota anunciou um investimento de US\$ 10 milhões na empresa Sea Machine Robotics por meio de seu braço de *ventures*, a Toyota AI Ventures. Fundada em 2014, a *Sea Machine* tem como objetivo usar tecnologia para a criação de um barco que seja capaz de navegar sozinho — ou, ao menos, usar sensores e inteligência artificial para diminuir as chances da ocorrência de acidentes.

Em entrevista ao site Motherboard, o cofundador da companhia, Michael Johnson, relembrou o caso do Costa Concordia, navio de turismo que, por um erro do capitão, ba-



FOTO: sea-machines.com

teu em pedras, afundou e causou a morte de 32 pessoas. “Navios de centenas de milhões de dólares não deveriam poder ser manualmente manobrados até pedras”, afirmou (ÉPOCA NEGÓCIOS, 2018).

## CHINA

A China realizou com sucesso um teste com o navio cargueiro autônomo *Jindouyun 0 hao*. Durante os testes, o navio chinês partiu da ilha de Dong’ao, em Zhuhai, e chegou ao cais 1 (UM) da ponte marítima Hong Kong–Zhuhai–Macau. A embarcação autônoma acelerará consideravelmente o transporte de mercadorias, além de torná-lo mais seguro (ECONOMIC NEWS BRASIL, 2019).



FOTO: pbs.twimg.com

No âmbito militar, a China iniciou os testes de sua lancha de combate não tripulada, JARI-USV, um conceito modular que lhe permitirá transportar diferentes tipos de armas. O JARI-USV tem 15 metros de comprimento, 20 toneladas de deslocamento, autonomia de aproximadamente 925 quilômetros e é capaz de atingir uma velocidade de 77 quilômetros por hora (SPUTNICKNEWS, 2019).

## ISRAEL

A Embarcação de Superfície não Tripulada Multifuncional (USV) *Seagull*, fabricada pela *Elbit Systems*, já é usada pela Marinha Israelense e pode ser configurada para missões de Contramedidas de Minas (MCM), Guerra Antissubmarina (ASW), Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (ISR), Guerra Eletrônica (EW), Segurança Marítima e Hidrográfica.

A embarcação promete uma capacidade de navegação altamente autônoma e segura, podendo operar em estados do mar até nível quatro e conseguir suportar ao estado do mar nível sete. O *Seagull* é operado a partir do porto ou da nave-mãe e pode ser controlado por um único Sistema de Controle de Missão (MCS). Pode ser operado nos modos tripulado e não tripulado. A capacidade integrada de comando, controle, comunicação, computadores e inteligência (C4I) do MCS permite o controle de dois USVs simultaneamente. Os recursos C4I disponibilizam, ainda, aos operadores o conhecimento da situação da área de operação.

O USV *Seagull* está equipado com um sistema de armas de controle remoto, montado com uma metralhadora de 12,7 mm e um sistema de lançamento de torpedos. O sistema de

propulsão integra dois motores a diesel, duas hélices e um par de propulsores. O USV tem uma velocidade máxima de 60 km/h e pode operar continuamente no mar por mais de quatro dias (DEFESA AÉREA E NAVAL, 2016).

## A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NA FABRICAÇÃO DE BARCOS AUTÔNOMOS

No Brasil, um pequeno barco elétrico desenvolvido pela empresa Holos Brasil, do Rio de Janeiro, é capaz de navegar sem uma tripulação.

Faz isso controlado apenas por uma pessoa em terra, munida de um computador portátil. É movido exclusivamente por energia solar captada por painéis fotovoltaicos instalados em cima da embarcação. O barco é equipado com computadores e programas de navegação autônoma, bússola, acelerômetros e giroscópios. O sucesso do protótipo, chamado de C-400, já despertou o interesse da Petrobrás e da MB, (pesquisa FAPESP- Barco autônomo).

## MEIOS DE SUPERFÍCIE NÃO TRIPULADOS À LUZ DA CONVENÇÃO SOLAS E DA LESTA (LEI N. 9.537/1997)

A Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, também conhecida como Convenção SOLAS, International Convention for the Safety of Life at Sea, é tida como um marco sobre a segurança da atividade marítima comercial. Sua primeira versão se deu em 1914, após o trágico acidente com o navio transatlântico Titanic. No Brasil, em 11 de dezembro de 1997, foi sancionada a Lei n. 9.537,

também conhecida como LESTA (Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário), com importantes delegações à autoridade marítima, no que se refere à proteção da segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional.

A Convenção SOLAS estabelece, em seu capítulo V, regra 14, que para a salvaguarda da vida humana no mar todos os navios devem ser suficiente e eficientemente conduzidos. Para tanto, segue se referindo a uma tripulação de segurança mínima adequada. No âmbito interno, a Diretoria de Portos e Costas editou a chamada NORMAM01/DPC, disciplinando o estabelecimento das tripulações de segurança de todas as embarcações sob jurisdição nacional, em conformidade com o que determina a LESTA. Tal norma, por razões óbvias, não se coaduna com a filosofia de barcos autônomos, colocando-os à margem do estabelecido tanto pela SOLAS, como pelas Normas da Autoridade Marítima. Assim sendo, a alteração unilateral da norma interna se chocaria com o que preceitua a Convenção SOLAS.

Por outro lado, uma interpretação extensiva da norma poderia concluir que, uma vez comprovado que os sistemas de informação e automação utilizados pela embarcação permitissem uma condução suficiente e eficiente, com vistas à segurança da navegação, estaria satisfeita a condição SOLAS para os barcos autônomos.

Por fim, importa salientar que os navios de guerra não estão obrigados à Convenção SOLAS<sup>2</sup>, tampouco às normas

da Autoridade Marítima (NORMAM01/DPC e demais normas que a complementam: NPCP/NPCF), de acordo com o § 1º do art. 1º, da Lei nº 9.537/97<sup>3</sup>.

## NAVIOS DE GUERRA NÃO TRIPULADOS E A CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), conhecida como “A Constituição do Mar”, procurou normatizar todos os aspectos do universo marítimo. No entanto, novos desafios se apresentam com a evolução tecnológica. As embarcações autônomas já são uma realidade em algumas Marinhas, como a de Israel e a dos EUA. Nesse contexto, a costumeira defasagem entre a norma legal e a vida real reclama constante atualização normativa.

Para que uma embarcação seja considerada navio de guerra, de acordo com o artigo 29 da Convenção, ela deve: pertencer às forças armadas de um Estado; ostentar sinais exteriores próprios de navios de guerra da sua nacionalidade; estar sob o comando de um oficial designado pelo Estado, cujo nome figure na lista de oficiais correspondentes (ou equivalente) e estar sua tripulação submetida à disciplina militar. Partindo da definição das regras de Direito Internacional, se poderia concluir que os navios militares não tripulados não podem ser considerados navios de guerra de acordo com os requisitos exigidos pela CNUDM, ainda que sejam embarcações com sinais externos típicos de navios de guerra e que pertençam às forças armadas.

Tal conclusão possui consequências jurídicas à luz da CNUDM. Para ilustrar, podemos citar os artigos 95 e 236 do referido tratado. O artigo 95 confere imunidade de jurisdição a navios de guerra em alto mar, o que não poderia, em tese, ser aplicado às embarcações militares não tripuladas. Já o artigo 236, que dispõe sobre a imunidade soberana disciplinada, não poderia ser utilizado ao se falar de navios militares autônomos ou remotamente controlados (ENABED-2018).

Dessa forma, quando nos referimos a navios de guerra autônomos ou remotamente controlados, ainda restam muitos questionamentos acerca de vários aspectos, tais como: – Por não serem tripuladas, essas embarcações se enquadram no conceito de navios de guerra previstos nos artigos 29 e 32 da CNUDM? – Em se tratando das embarcações remotamente controladas, onde seria considerado o local da ação? – Onde se encontra a embarcação ou o local por meio do qual ela está sendo controlada?

Como se pode ver, resta muito a se consolidar. Ainda assim, se há lacunas (e é normal que existam), certamente, são bem menores que antes da consumação de Montego Bay (FUNAG, 2014).



FOTO: holosbrasil.com

## POSSIBILIDADES, LIMITAÇÕES E VULNERABILIDADES

Como já constatamos ao longo deste trabalho, o campo de atuação dos navios autônomos ou remotamente controlados é muito vasto e complexo. Estes "robôs" estão sendo planejados e construídos para atuar tanto na área civil como militar, prometendo grande revolução nesses setores.

No comércio marítimo, inova eliminando espaços anteriormente destinados à tripulação para tornar os navios mais leves e com maior capacidade de carga, reduzindo assim os custos operacionais e de construção, além de contribuir com o meio ambiente, pois reduziria os riscos de grandes derramamentos de óleo, já que necessitaria de menos combustível e utilizaria energias alternativas, como solar e eólica. Outra grande promessa é a redução dos acidentes marítimos, já que poderia eliminar as falhas humanas com a utilização de Inteligência Artificial na condução dos navios.

A ameaça representada pela pirataria aos navios e suas tripulações também deve ser reduzida. Isso porque os navios seriam desenhados e construídos de modo que seria muito difícil embarcar em alto mar (LEVANDER, 2017, p. 28).

Na área militar, sua utilização também é muito expressiva, podendo atuar em Contramedidas de Minas (MCM), Guerra Antissubmarina (ASW), Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (ISR), Guerra Eletrônica (EW), Segurança Marítima e Hidrográfica.

Por outro lado, ainda existem muitas questões a serem discutidas, tais como: – Como se daria a vistoria pelo PSC? – Se enquadrariam na definição de navio? – Teriam direito à passagem inocente? – Como se daria a vigilância na travessia dos oceanos (*Proper Look Out*), considerando que vigilância contempla toda uma análise situacional? – De que forma prestaria socorro a pessoas em perigo no mar? Quando nos referimos aos drones marítimos de superfície, principalmente na legislação que ainda não está preparada para disciplinar a sua utilização, muitas indagações ainda estão sem uma resposta conclusiva. Na verdade, quando falamos de navios drone, estamos nos referindo à quebra de um paradigma, uma revolução na Marinha dos marinheiros de carne e osso.

Isso tornará os navios altamente sofisticados, para que possam navegar de forma autônoma ou remotamente controlada, desviando de obstáculos, guiados por satélites e capazes de "combinar" manobras entre passadiço como se humanos fossem. Tantas mudanças se devem à evolução da tecnologia da informação, da robótica e da inteligência artificial, tudo interligado num grande sistema em rede. No futuro, talvez tenhamos de falar em "controle da informação" do mesmo modo como falamos em controle de área marítima.



FOTO: Mass Communication Specialist Seaman Scott Youngblood

As redes e os sistemas instalados nessas embarcações se tornarão alvos compensadores, pois bastará desabilitá-los, por meio de ataques cinéticos (*hard kill*) ou eletrônicos e cibernéticos (*soft kill*), para incapacitar uma força. O controle da informação, estando aí incluída a capacidade de Comando, Controle, Comunicações, Computadores e Inteligência (C4 I), se tornará cada vez mais importante para a Guerra Naval.

## CONCLUSÃO

O surgimento dos navios não tripulados, remotamente controlados ou autônomos é transformador, porque eles são uma manifestação física de muitas das tendências tecnológicas disruptivas no mundo atual<sup>4</sup>. Neste contexto, é possível notar um crescente interesse das principais marinhas do mundo em ter navios autônomos, pois os mesmos teriam uma capacidade operacional bastante ampliada, executando missões perigosas, sem riscos envolvendo uma tripulação e com um custo operacional e de projeto bem menores.

Constatamos, todavia, que ainda há longo caminho a percorrer até que esses robôs possam cruzar os mares e oceanos sem causar risco ao patrimônio e à vida humana no mar. No âmbito militar, essas embarcações serão capazes de transportar grande quantidade de carga útil e poderão ter diversas configurações, tornando-se letais armas de guerra. Sua utilização já é uma realidade em Marinhas como a dos EUA e de Israel. Entretanto, alguns especialistas acreditam que ainda é cedo para que estes navios possam ser armados. Afinal, uma falha no sistema poderia causar disparos acidentais, com implicações ainda não imaginadas.

Outra grande preocupação em relação aos navios autônomos se refere às interferências em seus sistemas, pois bastaria desabilitá-los, por meio de ataques cinéticos (*hard kill*)



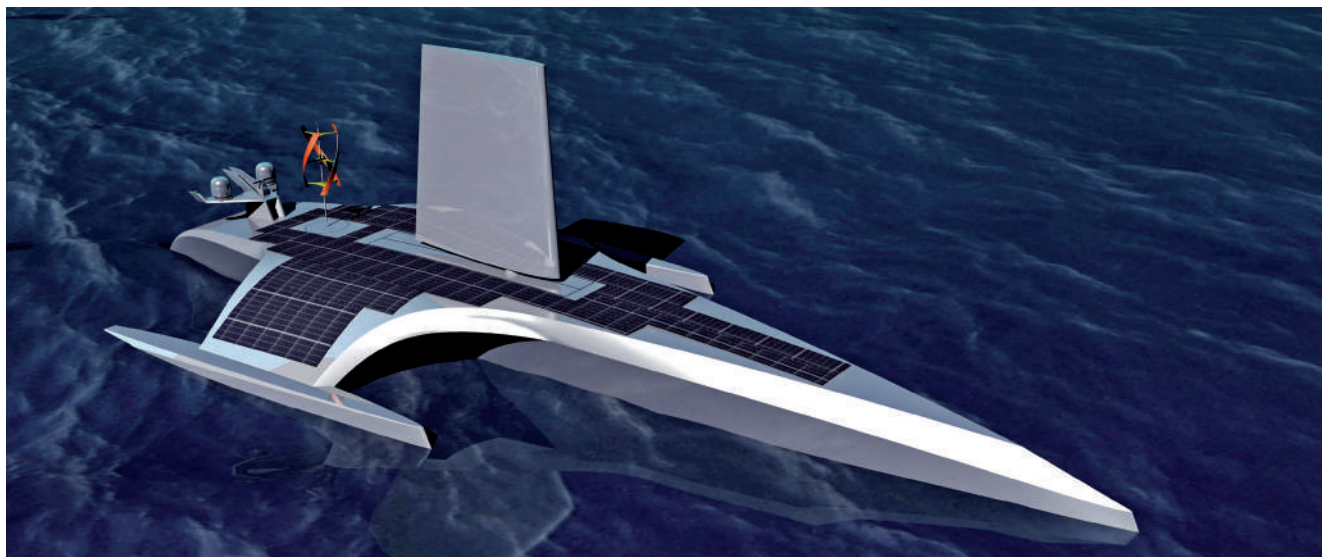


FOTO: static.scientificamerican.com

ou eletrônicos e cibernéticos (*soft kill*), para incapacitar esses combatentes.

Os próximos desafios vão girar em torno de uma legislação para o uso de embarcações autônomas que sejam trazidas ao Direito Brasileiro e Internacional do Mar.

Assim, a incorporação e a capacitação plena de barcos inteligentes às frotas comerciais ou às forças navais de combate já não é mais uma questão de “se vai acontecer”, mas de “quando vai acontecer”.

#### Notas:

1- “O Teatro de Operações (TO) é o espaço geográfico necessário à condução de operações militares, para o cumprimento de determinada missão, englobando o necessário apoio logístico”.

2- Convenção SOLAS - Cap. V - Segurança da Navegação - Regra 1.1[...] e 2[...]. No entanto, os navios de guerra, navios auxiliares das Marinhas ou outros navios de propriedade de um Governo Contratante, ou operados por ele e utilizados apenas em atividades não comerciais do governo, são incentivados a agir de uma maneira compatível, na medida do que for razoável e possível, com o disposto neste capítulo.

3- Lei nº 9537/97 - Art. 1º A segurança da navegação, nas águas sob jurisdição nacional, rege-se por esta Lei. § 1º As embarcações brasileiras, exceto as de guerra, [...]

4- Conforme aponta o relatório da Future Nautics (2016, p. 31), citado em “OS MEIOS MARÍTIMOS NÃO TRIPULADOS: IMPACTOS PRÁTICOS E JURÍDICOS NA NAVEGAÇÃO MERCANTE E NOS NAVIOS DE GUERRA AUTÔNOMOS E REMOTAMENTE CONTROLADOS”, (ENABED, 2018).

#### Referências:

BEIRÃO, A. P.; PEREIRA, A. C. A. (Org.). **Reflexões sobre a Convenção do Direito do Mar**. Brasília, Fundação Alexandre de Gusmão, 2014. Disponível em: [http://funag.gov.br/loja/download/1091-Convencao\\_do\\_Direito\\_do\\_Mar.pdf](http://funag.gov.br/loja/download/1091-Convencao_do_Direito_do_Mar.pdf). Acesso em: 15 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.537/97**, Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário. Brasília, DF: Presidência da República, 1997.

CHINA testa primeiro navio cargueiro autônomo. **Economic News Brasil**, 2019.

Disponível em: <https://www.economicnewsbrasil.com.br/2019/12/18/china-testa-primeiro-navio-cargueiro-autonomo/>. Acesso em: 12 maio 2020.

CONVENÇÃO Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar. **SO-LAS - 1974/1978**, [S.l]: [S.d]. Disponível em: [https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/solas\\_indice-2014\\_2.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/solas_indice-2014_2.pdf). Acesso em: 15 maio 2020.

EUA lançam ‘Sea Hunter’, um navio drone que dispensa tripulação. **PPLware**, 2018. Disponível em: <https://pplware.sapo.pt/high-tech/eua-lancam-sea-hunter-um-navio-sem-tripulacao/>. Acesso em: 15 maio 2020.

LARTER, D. B. US Navy moves toward unleashing killer robot ships on the world’s oceans. **Defense News**, 2019. Disponível em: <https://www.defensenews.com/naval/2019/01/15/the-us-navy-moves-toward-unleashing-killer-robot-ships-on-the-worlds-oceans/>. Acesso em: 15 maio 2020.

MARINHA britânica vai ter barco autônomo para caçar minas. **Motor24**, [201-]. Disponível em: <https://www.motor24.pt/motores/marinha-britanica-vai-ter-barco-autonomo-cacar-minas/199568/>. Acesso em: 15 maio 2020.

MARINHA dos Estados Unidos quer navios-robôs que falem com humanos. **Poder Naval**, jan., 2020. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2020/01/06/marinha-dos-eua-quer-navios-robos-que-falem-como-humanos/>. Acesso em: 13 maio 2020.

NAVIO autônomo com missão de cruzar o Atlântico pode mudar o mundo. **Portos e Navios**, 2019. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/navio-autonomo-com-missao-de-cruzar-o-atlantico-pode-mudar-o-mundo>. Acesso em: 12 maio 2020.

NICHOLS, G. **O velho, o mar e o navio autônomo**. Salvador: IBDMAR, 2019. Disponível em: <http://www.ibdmar.org/2019/08/o-velho-o-mar-e-o-navio-autonomo/>. Acesso em: 13 maio 2020.

PADILHA, L. Israel atacará submarinos inimigos com lanchas não tripuladas. **Defesa Aérea & Naval**, 2016. Disponível em: <https://www.defesaareanaval.com.br/geopolitica/israel-atacara-submarinos-inimigos-com-lanchas-nao-tripuladas>. Acesso em: 15 maio 2020.

PESCE, E. I. Cenários prospectivos: um vislumbre da guerra naval do futuro. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 435-449, jul./dez. 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/206-584-1-SM.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.

SOUZA, N.; MIRANDA, L. N. G.; BRAGA, L. F. Os meios marítimos não tripulados: impactos jurídicos na navegação mercante e nos navios de guerra autônomos e remotamente controlados. Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa, 10, 2018, São Paulo. **Anais Eletrônicos**. São Paulo: USP, 2018. Disponível em: [https://www.enabed2018.abedef.org/resources/anais/8/1534778716\\_ARQUIVO\\_artigonaviosdeguerraautonomosXENABED.pdf](https://www.enabed2018.abedef.org/resources/anais/8/1534778716_ARQUIVO_artigonaviosdeguerraautonomosXENABED.pdf). Acesso em: 12 maio 2020.

U.S. NAVY desenvolve conceitos de navios não tripulados. **Poder Naval**, jan., 2020. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2020/01/06/u-s-navy-desenvolve-conceitos-de-navios-nao-tripulados/>. Acesso em: 13 maio 2020.



# COMO SOBREVIVER AO IMPACTO DE UM MÍSSIL ANTINAVIO

FOTO: Marinha do Brasil

Capitão-Tenente **RHUAN TOLEDO GURGEL**

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

## INTRODUÇÃO

A defesa antimíssil é uma parte importante da guerra no mar e deve cobrir preparação, táticas e ações quando sob este tipo de ataque. A melhor defesa<sup>1</sup> contra o ataque de mísseis é a neutralização da plataforma atacante, antes de o míssil ser lançado. Uma vez que uma unidade de superfície é engajada por um míssil, pouco resta a fazer – e este é o ponto nevrálgico.

O conteúdo deste artigo tem por objetivo comentar este “pouco” que resta a fazer. Tal assunto raramente é abordado em adestramentos e manuais técnicos, mas pode ser decisivo para a sobrevivência do navio e de sua tripulação.

Relacionando alguns dos principais acontecimentos conhecidos no passado e explorando as técnicas em uma

linguagem descomplicada e objetiva, serão desmistificados conceitos e apresentados procedimentos de combate a incêndio simples, porém eficazes, que podem ser implementados em treinamentos das tripulações dos navios.

## COMO CHEGAMOS ATÉ AQUI

Na Segunda Guerra Mundial, alguns navios atingidos por bombas, armas antecessoras dos mísseis, sofreram sérios danos por explosões localizadas sem ocorrência de um grande incêndio a bordo.

Em contrapartida, há registros históricos mostrando que, se um navio for atingido por mísseis, além da explosão causada pela detonação da “cabeça de combate”, múltiplas avarias e focos secundários de incêndio podem ocorrer por

causa do propelente do míssil não consumido na trajetória até o impacto.

Autores como Ian Inskip<sup>2</sup> e Harold Lee Wise<sup>3</sup> relataram em seus livros o pânico vivenciado pelas tripulações do HMS “Glamorgan”, um Contratorpedeiro britânico que foi atingido por um míssil MSS Exocet durante a Guerra das Malvinas, e da USS “Stark”, uma Fragata estadunidense da Classe Oliver Hazard Perry, que estava em patrulha no Golfo Pérsico quando foi atingida por dois MAS Exocet disparados de uma aeronave iraquiana durante a Guerra Irã-Iraque.

Os navios não afundaram, mas vivenciaram, em momentos distintos, o desespero de se tentar combater, ao mesmo tempo, diversas avarias, fumaça densa tomando todo o navio, temperaturas elevadíssimas e acidentes com múltiplas vítimas.

Não tiveram a mesma “sorte” o HMS “Sheffield”, um Contratorpedeiro do Reino Unido Tipo 42, que foi afundado após ter sido atingido por um míssil MAS Exocet, disparado de uma aeronave argentina durante o confronto nas Malvinas, e nem o INS “Eilat”, um Contratorpedeiro israelense, que fora emboscado por duas embarcações egípcias nas proximidades de Porto Saíde e afundou após ser atacado por quatro mísseis Styx SS-N-2, em 1967.

O acontecimento mais recente ocorreu em julho de 2015, quando uma Fragata egípcia foi atingida por mísseis antitanque supostamente disparados por militantes do ISIS, próximo à cidade de Rafah, o que resultou em um grande incêndio no navio logo após sofrer o impacto do míssil.

## A MAIOR AMEAÇA

Durante o voo, o propulsor do míssil libera altas temperaturas e a chama produzida pela queima do propelente atinge a faixa dos 2.000°C. Além disso, quando se trata de combustível sólido, as chamas têm longa duração e podem, após o impacto com o alvo, se espalhar aleatoriamente por vários compartimentos do navio.

Isso foi observado a bordo da USS “Stark”. O primeiro míssil não explodiu, mas perfurou o costado de bombordo e espalhou propelente em chamas por vários compartimentos. O segundo míssil atingiu um pouco mais à vante, porém a cabeça de combate foi detonada. O incêndio durou quase 24 horas e propagou fumaça por todo o navio. O propelente do míssil gerou incêndios com temperaturas superiores a 1.900°C, inflamando quase que instantaneamente todos os materiais de bordo.

Já o HMS “Glamorgan” guinou<sup>4</sup>, impedindo que o míssil o atingisse perpendicularmente, porém teve a parte de ré do seu costado de bombordo tangenciada pelo míssil. A cabeça de combate explodiu no convoo causando um rombo no piso por onde foi derramado todo o propelente em chamas que iniciou um grande incêndio na cozinha.

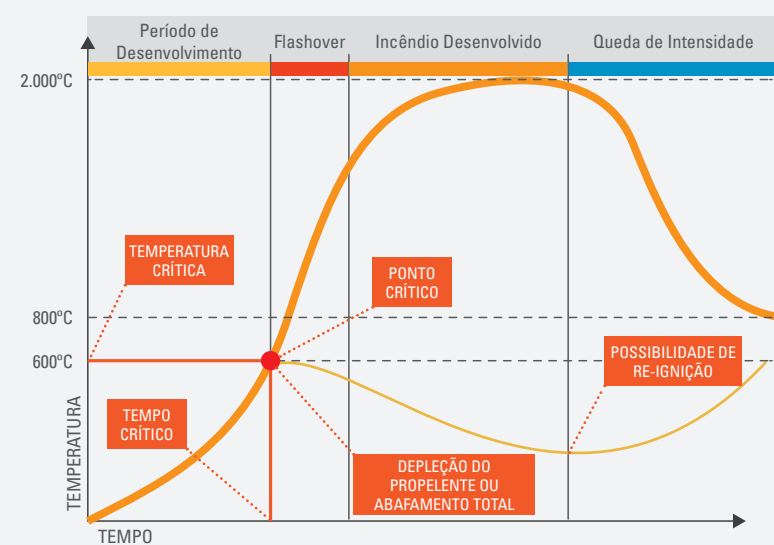
Observando o que ocorreu nos navios citados, constata-se que, logo após o impacto do míssil, o propelente em chamas cria focos de incêndio que podem inicialmente queimar materiais espalhados como papel, papelão, MDM e MDF. Em seguida, o incêndio se desenvolve e é sustentado por madeira, massame, colchões, roupa, isolamento de cabos elétricos e condutores.

Quando a temperatura do incêndio se eleva até um ponto crítico, mostrado no gráfico a seguir, pode ocorrer a pirólise<sup>5</sup> dos materiais combustíveis ali contidos. O material consumido pelas chamas se transforma em matéria gasosa e se concentra na parte superior do compartimento, junto com a fumaça, até que ocorra a combustão dessa mistura. A energia irradiada em forma de calor é tão violenta que provoca um incêndio generalizado em todo o ambiente confinado. Este fenômeno é chamado de *flashover*<sup>6</sup>.

O incêndio causado por propelente de mísseis pode evoluir rapidamente da fase inicial para o *flashover* e se agravar ainda mais nos casos em que compartimentos com material inflamável, tanques ou redes de combustível são avariados, a exemplo do que ocorreu com o HMS “Sheffield” e o INS “Eilat”.

O HMS “Sheffield” fora atingido por apenas um míssil Exocet no costado de boreste, alguns metros acima da linha

**CURVA DE PONTO CRÍTICO DE FLASHOVER DE UM INCÊNDIO CAUSADO POR IMPACTO DE MÍSSIL.**



de água, atravessando duas Praças de Máquinas e espalhando propelente por diversos outros compartimentos. O incêndio se alastrou e o navio se encheu de fumaça, avariando gravemente o sistema de distribuição de energia e rompendo o anel principal da rede de incêndio, o que dificultou severamente a atuação do Controle de Avarias (CAv) e impediu que a tripulação reagisse adequadamente.

Já o INS “Eilat”, mesmo abrindo fogo sobre o primeiro Styx lançado contra ele, foi atingido por um míssil. Dois minutos depois, outro míssil atingiu o costado de bombordo, causando grandes danos. O incêndio causou uma explosão a meia-nau que quase partiu o navio ao meio. A propulsão foi avariada, as comunicações foram desabilitadas e os botes salva-vidas foram destruídos. O terceiro míssil atingiu a popa do “Eilat”, explodindo um paiol de munições, e o quarto míssil foi disparado quando grande parte da tripulação já estava na água.

### QUANDO E COMO REAGIR – NEM TUDO ESTÁ PERDIDO

A quantidade de propelente residual no míssil que atinge o alvo está relacionada à distância de engajamento e, conseqüentemente, ao volume consumido na trajetória. Isso posto, há quatro possibilidades ilustradas pela matriz abaixo:



No primeiro quadrante, não haverá incêndio, apenas avarias estruturais cuja gravidade dependerá apenas do local atingido.

No segundo quadrante, haverá avarias estruturais graves devido às ondas de choque<sup>7</sup> e aos estilhaços<sup>8</sup>. É provável

que não ocorra incêndio residual, pois o calor<sup>9</sup> liberado pela explosão da cabeça de combate não é suficiente para elevar a temperatura de materiais combustíveis acima do ponto de ignição.

No terceiro quadrante, o propelente em chamas será difundido por uma área reduzida, ainda assim é provável que ocorra um incêndio. A velocidade com que o incêndio se desenvolverá, até que ocorra o *flashover*, dependerá da distância de engajamento, da disposição e quantidade de material no compartimento atingido, e da admissão de ar para combustão.

Já no quarto quadrante, é provável que haja incêndios múltiplos. A energia da explosão de uma cabeça de combate de sopro<sup>10</sup> causará diversas cavidades ao longo da estrutura avariada, espalhamento de material (armários, mobília, quadros e prateleiras) e, principalmente, inúmeras passagens de ar. A dispersão do combustível não gasto, por entre esses amplos espaços arejados criados, queimará por tempo suficiente para inflamar materiais combustíveis.

Segundo relatos do Capitão-Tenente Art Conklin, que foi Assistente<sup>11</sup> de CAv da USS “Stark” na época em que houve o ataque, mesmo sem ter ocorrido a detonação da cabeça de combate, o cheiro do combustível do míssil se espalhou rapidamente por todo o navio e, tendo em vista a distância que foi lançado (apenas 22 milhas náuticas), Conklin estimou que havia bastante propelente espalhado pelo navio.

Nesse contexto, convém ressaltar que os propelentes sólidos, e alguns líquidos, podem queimar mesmo em atmosfera abafada, pois contêm comburente em sua composição. A intensa queima produz grandes quantidades de subprodutos gasosos que acarreta duas conseqüências diretas: reduz o oxigênio do local e cria uma sobrepressão<sup>12</sup> temporária no ambiente.

Essa pressurização pode durar algum tempo, dependendo das características do compartimento avariado. Além disso, a falta de oxigênio impedirá a combustão do material na área afetada, apesar das altas temperaturas. Todavia, quando a sobrepressão cessa, há readmissão de ar fresco que, se ocorrer antes que os materiais combustíveis esfriem abaixo da temperatura de ignição, ocorrerá um *flashover* mais rápido que o usual.

O ponto nevrálgico é agir na única oportunidade que se abre por apenas alguns minutos. A ação coordenada do Reparo<sup>13</sup> será apresentada a seguir, dividida em dois movimentos. Lembra-se, contudo, a necessidade de preparação individual técnica e física dos componentes do reparo e, ainda assim, a probabilidade de se evitar o *flashover* será inversamente proporcional à quantidade de propelente residual no míssil.

## 1º MOVIMENTO: inibir o *flashover*

Logo após o impacto do míssil, o efeito da sobrepressão irá impedir a admissão de ar fresco na área e, também, a combustão secundária. Esse é o tempo exato para que a turma<sup>14</sup> de incêndio possa impedir o *flashover* e minimizar os danos colaterais. Esse breve período é chamado de “calmaria”, ou *lull period*.

O combate ao incêndio deve ser feito com lançamento de espuma e por uma turma utilizando aparelho de respiração autônoma, devido à alta toxicidade dos gases. Visto que não é possível impedir a queima do propelente sólido, a meta é impedir a ocorrência do *flashover* e, para tal, é fundamental velocidade nas ações.

Alguns manuais citam que, pelo fato de propelentes sólidos serem higroscópicos, tais substâncias podem ser decompostas com a presença de umidade – o que é verdade – e, por isso, o fogo poderia ser extinto com água ou espuma. Entretanto, na prática, é muito provável que o propelente seja completamente consumido bem antes da turma de incêndio chegar, principalmente se for do tipo queima irrestrita<sup>15</sup>, na qual várias superfícies se inflamam conjuntamente.

A turma deve empregar o máximo esforço para extinguir todos os pequenos focos de incêndios residuais. Mas toda cautela deve ser levada em conta para suprimir ao máximo o fluxo de ar fresco. Deve-se lembrar que, diferentemente de outras doutrinas, como a francesa<sup>16</sup> em que se prioriza a visualização do foco de incêndio em detrimento do abafamento, neste tipo de incêndio, evitar o *flashover* tem de ser a prioridade, caso contrário, será impossível acessar a cena de ação.

Se a turma não conseguir agir no tempo exato, não será possível evitar o *flashover*. Neste caso, deverá evacuar, isolar o compartimento, e intensificar as contenções. Somente recorrendo-se às técnicas de combate indireto<sup>17</sup> será possível recuperar o compartimento.

## 2º MOVIMENTO: contenção das avarias

Enquanto a turma de incêndio combate os focos primários, uma turma de contenção deve ser rapidamente distribuída em torno da área afetada. Esse arranjo visa dois aspectos teóricos fundamentais: garantir o isolamento<sup>18</sup> e resfriar o entorno da área afetada.

É impossível efetuar um isolamento mecânico completo, haja vista a forma como o míssil atinge o alvo, causando avarias estruturais e comunicação com o exterior do navio, isto é, rombo no costado ou convés, e perfuração de anteparas.

No que tange a resfriar os compartimentos adjacentes, os paióis de munições e paióis de materiais inflamáveis são o maior risco para o navio durante um combate. Temperaturas elevadíssimas são atingidas rapidamente e podem fazer componentes estruturais como chapas, vaus, sicordas e longarinas cederem facilmente. Nesse aspecto, a turma de contenção deve garantir que não haverá focos de incêndios inesperados.

No caso da USS “Stark”, 30 segundos após o primeiro impacto, o segundo míssil atingiu o navio. A detonação da cabeça de combate ocorreu pouco depois de atravessar o casco, resultando em boa parte do efeito de sopro ter se dissipado para área externa. Mas durante o incêndio, o Tenente Conklin relatou que a maior preocupação era estabelecer a contenção dos paióis de munições, pois uma explosão afundaria a Fragata.

Do ponto de vista do CAv, os esforços envidados devem ser direcionados ao monitoramento, alagamento ou alijamento do paiol de munições afetado. Tais atitudes transcendem o nível decisório da Estação Central do CAv, cabendo somente ao Comando do navio, de acordo com suas prioridades, ordenar o que deve ser feito. Destarte, estudos da Universidade de Lund<sup>1</sup> indicam que um incêndio próximo a um paiol de munições constitui alto risco de afundamento do navio.

## DIRETO AO PONTO: AÇÕES A EMPREENDER

Segundo o relatório do Ministério da Defesa britânico sobre o HMS “Sheffield”, nos esforços de combate ao incêndio, faltou coordenação das equipes, as bombas de incêndio falharam e foi constatado que os acessórios de escape eram pequenos demais para as pessoas que usavam aparelhos de respiração autônoma. A tripulação não pôde controlar o incêndio e, por isso, foi dada a ordem de abandonar o navio.

Nesse contexto, as particularidades de um incêndio causado por um engajamento de míssil requerem mais perícia e



**HMS Sheffield em chamas após ser atingido por um míssil Exocet argentino durante a Guerra das Malvinas.**

FOTO: portsmouth.co.uk

agilidade das equipes envolvidas para realizar alguns procedimentos. Com efeito, pequenas adequações na condução do processo podem fazer toda a diferença no resultado, a saber:

1) **Reação rápida:** o período do impacto até o *flashover* é crucial e pode levar de 5 a 10 minutos para atingir condições extremas. É possível que navios em Postos de Combate consigam debelar um incêndio assim, desde que os Reparos de CAv realizem patrulhas constantes. Em guarnecimento de Cruzeiro de Guerra, a implementação de uma Turma de Ataque Rápido (TAR) robusta e bem treinada, constituída por componentes advindos de diferentes estações do navio, permite uma reação adequada.

2) **Investigação agressiva:** a maioria dos navios prevê apenas um investigador<sup>20</sup> na cena de ação. Mas, experimentos<sup>21</sup> da Marinha Australiana mostraram que explosões decorrentes do impacto do míssil conseguiam abrir escotilhas de conveses acima dos compartimentos afetados. Também constataram que algumas escadas de acesso aos conveses acima simplesmente derreteram em virtude das altas temperaturas. Situações como essas requerem um militar adicional para auxiliar o investigador nos conveses acima e assegurar o estabelecimento das contenções.

3) **Supressão de ar:** o impacto do míssil causará alterações estruturais imprevisíveis no navio e impedirá o estabelecimento total da condição ZULU<sup>22</sup> de fechamento do material. Contudo, alguns testes mostraram que a duração do incêndio depende mais das propriedades do compartimento e da ventilação do que do combustível que está sendo consumido, o que torna qualquer restrição de ar, de certa forma, vantajosa.

Decerto que, nas ações de defesa aeroespacial, o sucesso da defesa antiaérea depende da rapidez e simplicidade desde o nível tático de coordenação das reações

ZIPPO<sup>23</sup> até o nível dos Reparos de CAv, estes últimos atuando principalmente em isolar e investigar eficazmente a área avariada, e eliminar os focos de incêndio.

## O QUE ESPERAR DO INESPERADO

Apesar de pouco se conhecer a eficácia dos sistemas de defesa contra um ataque de mísseis, é contínua a evolução da tecnologia e de recursos que exigem arquitetura aprimorada de enlace de dados, sensores otimizados e armas de autodefesa eficazes. A concepção de mísseis cada vez mais rápidos reduz a janela de detecção e o tempo de reação para empregar medidas defensivas. Pesquisas apontam que essas armas têm alcançado uma probabilidade cada vez maior de sobrepujar as defesas dos navios.

Limitar-se a praticar adestramentos simples sobre incêndios em lavanderias, escritórios e cobertas resume-se a um perigo epistemológico. Sugere-se que, nas preparações das tripulações, sejam elaborados treinamentos nos quais se faz necessário a interação entre vários Controles e Estações, abrangendo múltiplos compartimentos, que vislumbre problemas e soluções complexos e, principalmente, permutando os indivíduos entre as diversas funções, pois, após uma grande explosão, nunca se sabe qual equipe estará pronta para ser empregada.



Stelios Haji Ioannou, CEO da Easy Jet e fundador da Stelmar Shipping, que após um dos navios petroleiros de sua empresa sofrer uma grande explosão, proferiu a seguinte frase: “SE ACHA QUE SEGURANÇA CUSTA CARO, EXPERIMENTE UM ACIDENTE”.

#### Notas:

1- Princípio da *depth defence* (AJP-3. 3. 3), ou defesa em profundidade (EGN-410), ou ainda destruição em profundidade (EGN-427), emprega aeronaves orgânicas ou não, tripuladas ou não, sistemas de mísseis de defesa de área e de ponto, canhões e contramedidas eletrônicas. Essas camadas são necessárias para obter alarme antecipado e se contrapor ao adversário o mais distante possível da força, antes que ele consiga efetuar engajamento.

2- INSKIP, Ian. **Ordeal by Exocet: HMS “Glamorgan” and the Falklands War 1982**. Editora Frontline Books, 2012.

3- WISE, Harold Lee. **Inside the Danger Zone: The U.S. Military in the Persian Gulf, 1987-1988**. Naval Institute Press, 2013.

4- O HMS “Glamorgan” estava desenvolvendo velocidade de 20 nós e cerca de 18 milhas náuticas de distância da costa. Após duas tentativas mal sucedidas, o terceiro míssil atingiu o navio. Antes de ser atingido, o navio conseguiu guinar, o que minimizou bastante os danos.

5- Pirólise é a decomposição de uma substância pelo calor (FELTRE, 2020).

6- A teoria de *flashover* foi usada pelo cientista britânico P.H. Thomas, nos anos 60, para descrever o crescimento do incêndio até o ponto onde se torna um incêndio totalmente desenvolvido (CAAM-1202, Cap. 2).

7- A onda de choque, ou simplesmente sopro, causa danos às estruturas do alvo pelo gradiente de pressão (variação da pressão no tempo) a que submete suas superfícies. A velocidade de expansão da onda de choque causada pela detonação é aproximadamente igual à velocidade do som, quando na atmosfera (EGN-462, Cap. 4).

8- Os estilhaços são fragmentos produzidos em uma detonação, que causam danos proporcionais ao seu peso, tamanho da cabeça de combate e peso do explosivo nela contida (EGN-462, Cap. 4).

9- O calor produzido por uma detonação sofre fortes atenuações, e seus efeitos são limitados às proximidades do ponto de detonação. (EGN-462, Cap. 4).

10- Na cabeça de combate de sopro ou de choque, praticamente toda a energia do explosivo é empregada para criar uma onda de pressão no ambiente em que se dá a detonação. São usadas contra alvos mais resistentes e não tão rápidos, tais como navios (EGN-462, Cap. 4).

11- Na U.S. Navy, militares de notável experiência em suas respectivas áreas, exercem a função de Assistente que, além assessorar os Encarregados de Divisão e Chefes de Departamento a bordo, em nível técnico, também auxiliam na manutenção do adiestramento e propagação do conhecimento a bordo.

12- A energia liberada pela detonação do explosivo estabelece altas pressões no volume de uma esfera em expansão. A energia que vai gerar a pressão inicial é diretamente proporcional ao peso do explosivo empregado. Mas pressão no interior da esfera é inversamente proporcional ao seu volume (EGN-462, Cap. 4).

13- Reparo de CAV é uma Estação subordinada à Estação Central do CAV que reúne diversas turmas.

14- Turma é o conjunto de militares com a mesma função dentro da estrutura de combate do navio e cujas atribuições convergem para objetivos comuns (CAAML-1201, Cap. 2).

15- Propelentes de queima irrestrita queimam várias superfícies simultaneamente, produzindo maior empuxo em menor espaço de tempo, mas são de queima muito rápida. São empregados para acelerarem os mísseis até velocidades próximas às de cruzeiro (EGN-462, Cap.3).

16- O uso de técnicas de ventilação forçada, com pressão positiva e extração da fumaça, só não aumenta a gravidade do incêndio as temperaturas ainda estiverem abaixo de 400°C, o que ocorre em cerca de 5 minutos (WALMER-DAHL, 1999).

17- O ataque indireto com posterior reentrada no compartimento é a única

técnica que possibilita retomar o controle de um compartimento, ou conjunto de compartimentos que não podem ser acessados devido à alta temperatura (CAAML-1202, Cap.9).

18- O isolamento da área tem como preceito básico evitar a admissão de ar fresco e, conseqüentemente, postergar ao máximo a ocorrência do *flashover*, prezando, principalmente pela segurança das turmas que estarão na cena de ação.

19- WALMERDAHL, Per. **An introduction to the concept of weapon-induced fires**. Lund University, Suécia, 1999.

20- Entre as atribuições do Investigador, destaca-se coordenar as contenções, fazer buscas de feridos e supervisionar o fechamento do material. Incêndios em conveses distintos configuram um desafio brutal para o desempenho de suas atividades.

21- Experimentos realizados a bordo do HMAS “Dewernt” durante o Ship Survivability Enhancement Program (SSEP).

22- É a configuração que proporciona o mais alto grau de estanqueidade e segregação no navio.

23- São respostas pré-planejadas que as unidades adotam para reagir à uma ameaça de míssil.

#### Referências:

COBAIN, Ian. **Revealed**: catalogue of failings that sank Falklands warship HMS Sheffield. Disponível em: <https://www.theguardian.com/uk-news/2017/oct/15/revealed-full-story-behind-sinking-of-falklands-warship-hms-sheffield>. Acesso em: 20 abr. 2020.

DUTTA, Debasis. **Probabilistic analysis of anti-ship missile Defence effectiveness**. Delhi: Institute for Systems Studies and Analyses, 2014.

INS EILAT NEAR THE COAST OF SINAI. Disponível em: <http://www.eitan.aka.idf.il/1094-8149-EN/Eitan.aspx>. Acesso em: 20 abr. 2020.

FELTRE, Ricardo. **Química Geral**. v. 1, 6. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2020.

INSKIP, Ian. **Ordeal by Exocet: HMS Glamorgan and the Falklands War 1982**. Barnsley: Frontline Books, 2012.

KUMEK, Mustafa. **Ship self air defense analysis for different operation conditions via simulation**. Istanbul: Sabancı University, 2007.

LAGRONE, Sam. **The Attack on USS Stark at 30**. Disponível em: <https://news.usni.org/2017/05/17/the-attack-uss-stark-at-30>. Acesso em: 14 abr. 2020.

LOGISTICS. **Egyptian navy ship hit by missile fire near Suez Canal**. Disponível em: <https://www.logisticsmiddleeast.com/article-11614-egyptian-navy-ship-hit-by-missile-fire-near-suez-canal>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Adiestramento Almirante Marques de Leão. CAAML-1201: Organização do Controle de Avarias. 2. rev. Niterói: CAAML, 2017.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **CAAML-1202: Manual de Combate a Incêndio**. 2. rev. Niterói: CAAML, 2017.

MARINHA DO BRASIL. Escola de Guerra Naval. **EGN-462: Manual de Mísseis**. 2. rev. Rio de Janeiro, RJ: EGN, 2017. (Reservado).

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EGN-410: Manual de Ação de Superfície**. Rio de Janeiro, RJ: EGN, 2018. (Reservado).

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EGN-427: Aeronaves na Guerra Naval**. 3. rev. Rio de Janeiro, RJ: EGN, 2014. (Reservado).

NAVAL SEA SYSTEMS COMMAND. **Surface Ship Firefighting**. 13. rev. Washington, DC: NAVSEA, 2010.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATIONS. **AJP-3.3.3: Allied Joint Doctrine for Air-Maritime Coordination**. Bruxelas: NATO, v. 1, 2014.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **AXP-5C: Experimental Tactics and Amplifying Tactical Instructions**. Bruxelas: NATO, 2004.

SMITH, Roy M. **Using kill-chain analysis to develop surface ship CONOPS to defend against anti-ship cruise mis siles**. Monterey: Naval Postgraduate School, 2010;

WALMERDAHL, Per. **An introduction to the concept of weapon-induced fires**. Lund: Lund University, 1999.

WISE, Harold Lee. **Inside the Danger Zone: The U.S. Military in the Persian Gulf, 1987-1988**. [S. l.]: Naval Institute Press, 2013.



# A EVOLUÇÃO DAS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS - RPA

FOTO: news.northropgrumman.com

Capitão-Tenente **JONATAN FERREIRA DA COSTA**

Encarregado da Divisão de Tática Aeronaval - CAAML  
Aperfeiçoado em Aviação Naval

## INTRODUÇÃO

**E**m junho de 2019, uma Aeronave Remotamente Pilotada (*Remotely Piloted Aircraft* – RPA) atuando como espião americano foi abatida enquanto sobrevoava águas territoriais iranianas realizando operações de Inteligência. No início de janeiro de 2020, os EUA realizaram um ataque por meio de RPA resultando na morte do General iraniano Qassem Soleimani.

Ultimamente tem se tomado conhecimento do emprego, cada vez maior, de RPA em operações militares. Mas o que vem a ser esse meio? Como chegou ao estado atual? O que se espera dele para o futuro? Este artigo objetiva traçar uma linha do tempo elucidando o processo de evolução deste meio aéreo e demonstrar algumas possíveis aplicações futuras para esta aeronave que vem sendo foco de muitas notícias.

## HISTÓRICO

O primeiro uso de um veículo aéreo não tripulado ocorreu bem antes da invenção do avião. Em julho de 1849, o exército austríaco utilizou balões carregados com explosivos para bombardear Veneza. Os balões utilizavam um fusível temporizado que liberava as cargas explosivas após transcorrido um tempo determinado. Durante a 1ª Guerra Mundial, houve o desenvolvimento da “bomba voadora”, inventada pelo norte-americano Charles Kettering e controlada por giroscópio: foi provavelmente o primeiro modelo de drone pois podia decolar, voar até 65 km e mergulhar no chão. A concepção desta arma se tornou uma prévia do que viriam a ser os mísseis de cruzeiro.

No período entre guerras, as pesquisas e o desenvolvimento continuaram. Entre os anos de 1927 e 1929, a Mari-



na Real Britânica (RN) converteu três aeronaves *Standart E-1* em UASs. Os *Larynx*, como foram denominados, eram mísseis de cruzeiro guiados por piloto automático e lançados a partir de navios. Com o resultado positivo dos *Larynx*, os EUA e a Inglaterra começaram a desenvolver aeronaves não tripuladas controladas por rádio.

Em 1932, a RN percebeu a necessidade de um alvo realista para treinamento da artilharia antiaérea, em substituição a alvos que eram rebocados por aeronaves pilotadas. Sendo assim, uma aeronave sem piloto seria uma solução. Assim desenvolveram-se aeronaves que poderiam ser operadas remotamente por um controlador, ou em outra aeronave, ou em um navio de guerra ou a partir de terra.

Em 1938, os EUA colocaram em serviço o N2C-2, que eram UASs controlados a partir de outra aeronave e, durante a 2ª Guerra Mundial (2GM), B-17 e B-24 modificados foram utilizados como torpedos aéreos. A partir da década de 50, foram iniciadas operações que utilizavam os UASs como iscas, a fim de proteger aeronaves bombardeiras que necessitassem entrar em espaço aéreo protegido pelo inimigo.

Com o aumento das velocidades das aeronaves de combate, os alvos também precisavam ter suas velocidades incrementadas. Assim sendo, no final dos anos 1950 a Northgroup desenvolveu o AQM-35, um UAS turbojato capaz de atingir *Mach* 1,55.

O AQM-35 foi desenvolvido principalmente para servir de alvo a mísseis terra-ar e ar-ar e, secundariamente, para reconhecimento com câmeras transportadas.

No final da década de 1950, o Exército estadunidense (USARMY) adquiriu o Aerojet-General SD-2 *Overseer*, um

UAS de reconhecimento lançado de caminhões com o auxílio de dois foguetes *boosters*. Esse modelo se mantinha em voo com um motor a pistão e, por meio de um sistema de navegação, realizava voos em uma rota pré-programada.

Uma outra plataforma utilizada pela Força Aérea estadunidense (USAF) como alvo foi a série *Ryan Firebee*. O sucesso deste programa fez com que estas UAS também fossem experimentadas para missões de reconhecimento e ataque, sendo muito bem sucedidas para o emprego neste tipo de missão. Com este sucesso, a versão AQM-34L de reconhecimento foi utilizada pelos EUA durante a Guerra do Vietnã, quando foi atingida a marca de cerca de 3.500 voos.

Embora os EUA tivessem usado UAS para missões de reconhecimento no Vietnã, foi o emprego bem-sucedido por Israel, durante as operações no Líbano em 1982, que incentivou o interesse estadunidense por esse sistema. A Marinha estadunidense (USN) adquiriu de Israel o UAS *Pionnere* e o usou para fornecer informações no nível tático, durante a operação Tempestade no Deserto, em 1991 (PARDESI, 2005).

## PRESENTE

O ponto de inflexão na história do emprego dos UAS foi o atentado de 11 de setembro de 2001, que desencadeou a Guerra ao Terror, onde os EUA investiram e exploraram ao máximo, nos conflitos do Afeganistão (2001) e Iraque (2003), as possibilidades e vantagens do uso de UAS como conhecidos atualmente: RPAS controladas via satélite sendo empregadas para atividades de vigilância e ataque.

Atualmente, os RPAS em operação atingem uma velocidade de 310 nós e possuem um raio de ação de 8.700 MN. Essas são características do *Global Hawk RQ-4*, um RPAS de alta altitude e longa duração de voo com um conjunto de sensores integrado que fornece recursos de inteligência, vigilância e reconhecimento em todo o mundo, sendo necessários três operadores: um *Launch Recovery Element* (LRE), um *Mission Control Element* (MCE) e um operador de sensor.

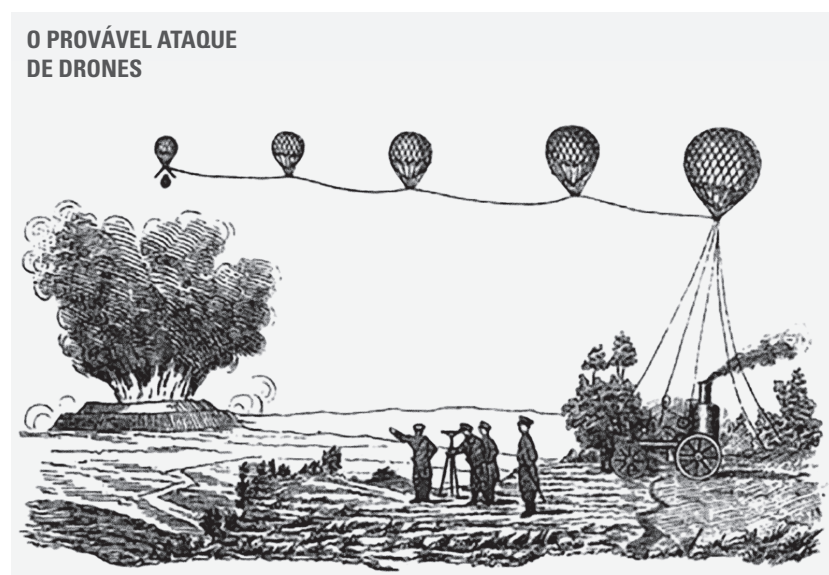


FOTO: ctie.monash.edu

A missão do RQ-4 é de vigilância e reconhecimento, capaz de realizar uma cobertura persistente e fornecendo informações quase em tempo real. Mas o uso atual dos RPAS vai além da vigilância. O MQ-9 *Reaper*, utilizado pela USAF, foi o responsável pela morte do Comandante de Inteligência e Segurança do Irã, General Qassem Soleimani. Ele possui um raio de ação de 1150 MN, um teto de voo de 50.000 pés, velocidade de 230 nós e pode ser armado com

mísseis AGM-114 *Hellfire* e bombas GBU-12 *Paveway II* e GBU-38 JDAM.

Este RPAS é uma aeronave capaz de executar múltiplas tarefas, incluindo ataque. A concepção principal do sistema é de uma plataforma de operação remota dividida, onde são empregadas duas estações de controle: uma para lançamento e recolhimento da aeronave e outra para executar o restante da missão. Enquanto esta última fica sediada no território dos EUA, a primeira se localiza em local operacional avançado.

A maior vantagem desta divisão é a redução de militares empregados nas bases avançadas. Além disso, simplifica Comando e Controle, uma vez que diferentes voos estão sendo controlados a partir de uma mesma sede em território americano.

## RPAS NO BRASIL

O Brasil também percebeu a importância dos RPAS. A Força Aérea Brasileira (FAB) criou, em 2011, o Esquadrão Hórus – com as RPA Hermes 450 e o Hermes 900 – a partir de 2014, em missões de vigilância e reconhecimento.

O ganho operacional adquirido com o Hermes 900 ocorreu devido ao *SkyEye*, um conjunto de 10 câmeras de alta resolução que permitem a vigilância de uma região inteira com a possibilidade de monitorar, dentro de uma mesma área, diferentes alvos simultaneamente e, pela operação via satélite, permite alcance muito maior do que 250km do Hermes 450.

A MB, no final de 2019, assinou o contrato de aquisição de RPAS *ScanEagle* da empresa Insitu – Boeing. Esta aeronave é lançada a partir de uma catapulta pneumática e recuperada por um sistema de recolhimento que dispensa a utilização de redes e grandes espaços, permitindo a operação do RPAS a partir de convoos dos navios da MB em operações de inteligência, vigilância, reconhecimento, escolta, proteção de comboio com retransmissão em alta velocidade de voz, vídeo e dados.

O sistema é composto por Unidade Aérea, estação de controle no solo, terminal de vídeo remoto, sistema de lançamento e sistema de recolhimento e foi empregado pelas Forças Armadas estadunidenses em missões de esclarecimento e reconhecimento pela primeira vez no ano de 2004, na Guerra do Iraque.

## FUTURO

É notório que Países como China, EUA, Irã, Iraque, Israel, Rússia, e Turquia já identificaram a importância dos RPAS na guerra, sendo, portanto, uma realidade no presente. O que o futuro irá nos dizer será sobre a utilização deste meio que se demonstra cada vez mais versátil?

As RPAS podem ser pequenas aeronaves de reconhecimento, aviões de ataque ou grandes aeronaves para transporte, sendo o reconhecimento o seu maior emprego atualmente. Há estudos em andamento que visam a desenvolver RPAS para o combate, inclusive a partir de navios aeródromos.

Nesse contexto, o que vem sendo desenvolvido são RPAS que objetivam escortar e apoiar aeronaves tripuladas que tenham valor significativo para o cumprimento da missão. Esse apoio se daria na forma de bombardeios, guerra cibernética, controle do espaço aéreo e, além disso, seria possível realizar combate aéreo em conjunto com outras RPAS e caças tripulados. Uma possibilidade para essas missões seria o “sacrifício” de uma RPAS, colocando-se na linha de fogo inimigo, a fim de receber o ataque no lugar das aeronaves tripuladas, preservando vidas e possibilitando uma mais rápida reposição dos meios, uma vez que tais sistemas poderiam ser mais baratos que os atuais.

No Brasil, a FAB realiza o desenvolvimento do RPA CAÇADOR, um sistema que visa realizar missões de esclarecimento em todo o país, fornecendo informações em tempo real, não dotada de armas, no entanto.



FOTO: fab.mil.br

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se, assim, a grande importância que os UAS possuem e possuirão no ambiente de guerra. Mais baratos que as aeronaves tripuladas, permitindo uma reposição mais rápida do que a perda em combate, estes sistemas permitem uma superioridade numérica e o desgaste do inimigo por meio de ataques constantes sem o risco da perda de vidas e, uma vez que já é uma realidade nos conflitos atuais, a nação que não considerar o emprego dos UAS no combate estará fazendo uma guerra do passado.

Sendo assim, a MB, com a aquisição do *ScanEagle*, uma aeronave utilizada também pela USN em diversas missões com sucesso comprovado, demonstra a preocupação em desenvolver sua doutrina de emprego de UAS, acompanhando a evolução tecnológica do cenário militar mundial.

### Referências:

AEROJET sd-2 OVERSEER. Disponível em: <http://www.designation-systems.net/dusrm/m-58.html>. Acesso em: 25 mar. 2020.

A Short History of Unmanned Aerial Vehicles (UAV). Disponível em: <https://con-sortiq.com/short-history-unmanned-aerial-vehicles-uavs/>. Acesso em: 17 mar. 2020.

BROSE, C. The new revolution in military affairs. **Real Clear Defense**, 2019. Disponível em: [https://www.realcleardefense.com/2019/04/17/the\\_new\\_revolution\\_in\\_military\\_affairs\\_307594.html](https://www.realcleardefense.com/2019/04/17/the_new_revolution_in_military_affairs_307594.html). Acesso em: 30 mar. 2020.

CONHEÇA o modelo do drone militar dos EUA que foi derrubado pelo Irã. **Poder 360**, jun. 2019. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/internacional/conheca-o-modelo-do-drone-militar-dos-eua-que-foi-derrubado-pelo-ira/>. Acesso em: 23 mar. 2020.

DE BALÕES bombardeiros no século 19 às máquinas mortais usadas hoje pelos EUA: a história dos drones na guerra. **R7**, 2020 Disponível em: <https://noticias.r7.com/internacional/de-baloes-bombardeiros-no-seculo-19-as-maquinas-mortais-usadas-hoje-pelos-eua-a-historia-dos-drones-na-guerra-18012020>. Acesso em: 17 mar. 2020.

DIAS, H; ROSSA, A. A. Considerações sobre o emprego de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) armados à luz do Direito Internacional dos Conflitos Armados, **Coleção Meira Mattos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 34, p. 189-200, jan./abr. 2015. Disponível em: [file:///tmp/mozilla\\_864723810/376-Texto%20do%20artigo-1479-1-10-20150707.pdf](file:///tmp/mozilla_864723810/376-Texto%20do%20artigo-1479-1-10-20150707.pdf). Acesso em: 25 mar. 2020.

FORÇA AÉREA dos EUA testa drone que age como 'parceiro' de pilotos. **Época Negócios**, 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/03/forca-aerea-dos-eua-testa-drone-que-age-como-parceiro-de-pilotos.html>. Acesso em: 29 mar. 2020.

'GUERRA de nova geração': drone Okhotnik e caça Su-57 geram furor entre analistas dos EUA. **Sputnik**, 2019. Disponível em: <https://br.sputniknews.com/defesa/2019100114586159-drone-okhotnik-e-caca-su-57-geram-furor-analistas-dos-eua-guerra-de-nova-geracao/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

LIGHT Marine Air Defense Integrated System (LMADIS). **Global Security.com**. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/lmadis.htm>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MARINHA do Brasil seleciona o ScanEagle no programa ARP-E. **Defesa Aérea & Naval**, 2019. Disponível em: <https://www.defesaereanaval.com.br/aviacao/marinha-do-brasil-seleciona-o-scanegale-no-programa-arp-e>. Acesso em: 27 mar. 2020.

MINISTÉRIO DA DEFESA (Brasil). Força Aérea Brasileira. ICA100-40: aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. Brasília, DF: FAB, 2020. 57 p.

\_\_\_\_\_. Hermes 900 reforça capacidade operacional da FAB no reconhecimento eletrônico. Brasília, DF: FAB, 2014. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/18093/REAPARELHAMENTO>. Acesso em: 27 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Hermes 450 é empregado pela primeira vez em combate aéreo simulado. Brasília, DF: FAB, 2014. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/19817/>. Acesso em: 27 mar. 2020.

MQ-9 Reaper. **Military.com**. Disponível em: <https://www.military.com/equipment/mq-9-reaper>. Acesso em: 25 mar. 2020.

PADILHA, L. ARP "CAÇADOR" da Avionics Services recebe aprovação do Ministério da Defesa como PED. **Defesa Aérea & Naval**, 2017. Disponível em: <https://www.defesaereanaval.com.br/defesa/arp-cacador-da-avionics-services-recebe-aprovacao-do-ministerio-da-defesa-como-ped/>. Acesso em: 28 mar. 2020.

PARSC, A. M-58. **Directory of U.S. Military rockets and missiles**, 2003. Disponível em: <http://www.designation-systems.net/dusrm/m-58.html>. Acesso em: 24 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. M-35. **Directory of U.S. Military rockets and missiles**, 2003. Disponível em: <http://www.designation-systems.info/dusrm/m-35.html>. Acesso em: 17 MAR. 2020.

ROBBINS, G. Spy drone subtly stars in 'Captain Phillips'. **The San Diego Union Tribune**, 2013. Disponível em: <https://www.sandiegouniontribune.com/news/science/sdut-scanegale-navy-2013oct22-story.html>. Acesso em: 17 mar. 2020.

RQ-4 Global Hawk. **Military.com**. Disponível em: <https://www.military.com/equipment/rq-4-global-hawk>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SILVA, D. 1849: o (provável) primeiro ataque de drones. **Tech and People**, 2013. Disponível em: <https://papodecafe.com/blog/2013/12/26/1849-o-provel-1o-ataque-de-drones>. Acesso em: 17 mar. 2020.

THE MOTHER of all drones. **Vintage Wings of Canada**. Disponível em: <http://www.vintagewings.ca/VintageNews/Stories/tabid/116/articleType/ArticleView/articleId/484/The-Mother-of-All-Drones.aspx>. Acesso em: 17 mar. 2020.

Scan Eagle. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/uas-scan-eagle-pa-ra-a-marinha-do-brasil/>. Acesso em: 17 mar. 2020.

RAE larynx. Disponível em: <https://avia-pro.net/blog/rae-larynx-udarnyy-bpla>. Acesso em: 24 mar. 2020.

Ryan firebee. Disponível em: <https://www.combatairmuseum.org/aircraft/ryanbqm34firebee.html>. Acesso em: 27 mar. 2020.

Museum Displays ScanEagle Drone Used in "Captain Phillips" Rescue. Disponível em: <https://www.museumofflight.org/News/1862/museum-displays-scanegale-drone-used-in-quotcaptain-phillipsquot-rescue>. Acesso em: 27 mar. 2020.

VINHOLE, T. Drone de combate Russo aparece na internet. **AirWay**, 2019. Disponível em: <https://www.airway.com.br/drone-de-combate-russo-aparece-na-internet/>. Acesso em: 27 mar. 2020.





# RADAR 3D

FOTO: Marinha do Brasil / saab.com

Capitão de Corveta **GEORGE LUIZ DUARTE FERREIRA**

Encarregado da DivComGE - CAAML  
Aperfeiçoado em Comunicações

## INTRODUÇÃO

Qual é a finalidade de um radar? Detectar quaisquer alvos de interesse por meio de emissão/recepção eletromagnética. Em um ambiente marítimo, todos aqueles objetos que se encontram na superfície do mar e no espaço aéreo sobrejacente, quais sejam: navios, contornos de terra, auxílios à navegação, periscópios, aeronaves, helicópteros, nuvens, enfim, tudo, até mesmo a ausência de quaisquer dados, é de interesse daqueles que fazem uso do espectro eletromagnético como ferramenta do seu ambiente de guerra. Portanto, um eficiente sistema de vigilância radar reveste-se de vital importância no mar para a projeção de força de uma Força Naval.

## COMPILAÇÃO DO QUADRO TÁTICO

Um sistema de vigilância com base em um equipamento radar 2D fornece como dados primários a marcação e a dis-

tância de um alvo, enquanto o radar 3D, além daqueles dados disponibilizados pelo 2D, fornece um dado adicional, que é a altitude do contato.

Tal informação é fundamental no contexto atual, em que a defesa antiaérea de uma Força Naval ou unidade deve ser eficaz em face das diversas ameaças presentes no teatro de operações, tais como mísseis subsônicos e supersônicos, veículos aéreos não tripulados e, logicamente, as aeronaves propriamente ditas. Ademais, outro emprego, não menos importante, do radar 3D se faz no monitoramento climático, informação também de interesse para quem se faz ao mar.

As informações fornecidas pelo radar 3D, para uma Força Naval, são necessárias principalmente para defesa antiaérea e interceptação aérea. As aeronaves interceptadoras devem ser informadas da altitude de um alvo para que possa realizar uma interceptação. Antes do advento dos radares 3D, isso só

era possível com a integração de radares de aplicações distintas instalados separadamente. Para obter a informação de altura, era necessário que um equipamento localizasse o alvo e prestasse informações de marcação e distância para outros equipamentos, dispostos em alturas separadas. A diferença de ângulos na recepção desses equipamentos era o que permitia o cálculo da altitude do alvo.

Essa necessidade do volume de equipamentos diferentes resultava na dificuldade de se equipar uma plataforma naval de menor porte – como um Navio Escolta – com um sistema de vigilância com o efeito final tridimensional de informações de marcação, distância e altitude. Com o advento do radar 3D, essa dificuldade se dissipou. Atualmente, encontramos o referido equipamento em diversas classes de navio de guerra devido à tecnologia utilizada na concepção do equipamento, que funciona com varredura eletrônica controlada por *software*, que além de permitir uma maior precisão no posicionamento do alvo detectado também possui um *hardware* que ocupa um menor volume de espaço a bordo do que os radares de varredura mecânica.

### TÉCNICA UTILIZADA

Com o advento dos radares de varredura eletrônica ativa, também conhecidos como radares *Active Electronically Scanned Array* (AESA), os sistemas de vigilância puderam ser aprimorados em larga escala em diversos navios e plataformas navais. O AESA é um tipo de radar cujo transmissor e receptor são compostos de numerosos módulos independentes, controlados por computador, formando um sistema de escaneamento eletrônico ativo baseado numa espécie de “macroantena faseada”.



FOTO: dmitryshulgin.com

Nesta antena, o feixe de ondas de rádio é direcionado para diferentes direções e elevações, com diferentes frequências de operação, ou seja, diversas miniantenas operando em diversas “minifrequências”, direções e elevações, o que também dificulta a interceptação dos sinais emitidos por equipamentos de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE), permitindo que os radares 3D irradiem sinais em alta potência mantendo a discriminação. Cada elemento da antena está ligado individualmente a um pequeno módulo de transmissão ou recepção, que, sob o controle de um computador, executa as funções de transmissão e recepção da antena.

### O EMPREGO DO RADAR 3D NA ESQUADRA BRASILEIRA

Com a aquisição do Porta Helicópteros Multipropósito (PHM) Atlântico, a Marinha do Brasil (MB) passou a operar radares com tecnologia 3D. Isso se deve ao fato do navio possuir um sistema de vigilância e acompanhamento de aeronaves baseado no radar ARTISAN, da fabricante BAE SYSTEMS MARITIME, o mesmo radar escolhido para equipar os navios da Classe Tamandaré.

O radar é construído com módulos de transmissão em estado sólido, sua frequência de operação está compreendida nas bandas E/F, com destaque para a tecnologia de transmissão por rádio frequência por meio de fibra óptica e do sistema de refrigeração, que fazem do radar um eficaz sensor para vigilância aérea e de superfície, gerenciamento de tráfego aéreo e designação de alvos a médio e longo alcance. Capaz de detectar alvos aéreos distantes a cerca de 200 km, com ângulo

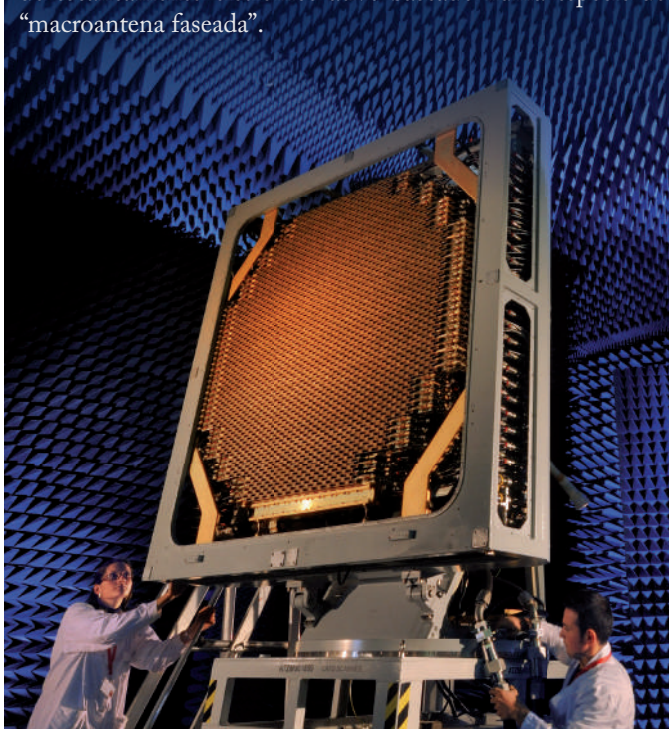


FOTO: Visual Reverence

de sítio acima de 70°, o radar ainda fornece a capacidade de detecção de mísseis a distâncias superiores a 50 km, além de localizar e acompanhar mais de 800 alvos no ar e no mar ao mesmo tempo.

A BAE Systems desenvolveu uma nova versão do radar equipada com um sistema de estabilização eletrônica, que tem como benefícios, entre outros, uma estabilização mais rápida e um menor custo de manutenção. Esta versão foi testada no mar em 2016 pela Marinha Britânica que aprovou a inovação. Esta última versão do radar foi pré-selecionada para equipar as novas unidades de navios da Classe Tamandaré.

O radar possui tecnologia que permite transmitir feixes de energia direcionados em marcações selecionadas, em vez de transmitir um sinal para toda uma área na expectativa de atingir um alvo dentro dela, inclusive transmitir somente sobre um alvo detectado para acompanhá-lo mantendo a discricção do sinal em outras direções. O ARTISAN é um sensor primário para acompanhamento e designação de alvo automático, contendo suporte para *Identification Friend or Foe* (IFF), proteção eletrônica contra bloqueadores (*jammers*) e capacidade de integrar diferentes sistemas de armas de defesa.

Tais capacidades de detecção são alcançadas mesmo sob severas condições, além de também possuir a capacidade de operar como radar Secundário de Vigilância Monopulso (MSSR), permitindo a detecção e o acompanhamento de aeronaves que operam sem um *transponder* operacional. Ademais, o radar ARTISAN inclui um processador que fornece as informações meteorológicas necessárias para o gerenciamento seguro do controle de tráfego aéreo.

## CONCLUSÃO

Com a chegada do PHM Atlântico, a aquisição de quatro navios da Classe Tamandaré e a modernização da Corveta Barroso, almeja-se que, em breve, a MB esteja operando equipamentos radar 3D no estado da arte, o que possibilitará maior ganho na já consolidada capacidade de realizar todas as tarefas descritas na Doutrina Militar Naval, em especial o Controle de Área Marítima, a defesa aérea e antiaérea.

É importante ressaltar que a aquisição de meios navais equipados com radares de tecnologia 3D coloca a MB na vanguarda tecnológica do poder de detecção e controle de alvos para as mais diversas finalidades, fazendo o uso e mantendo o domínio do espectro eletromagnético de forma mais eficiente o que contribui significativamente para um maior sucesso nas ações atinentes ao ambiente da Guerra Eletrônica.

### Referências:

- BLOG TecnoMilitar. Disponível em: <https://tecnomilitar.wordpress.com/>. Acesso em: 15 maio 2020.
- DEFESA Aérea & Naval. Disponível em: <https://www.defesaareanaval.com.br/>. Acesso em: 16 maio. 2020.
- DEFESANET. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/>. Acesso em: 16 maio 2020.
- GLOBAL Defense Corp. Disponível: <https://www.globaldefensecorp.com/>. Acesso em: 15 maio 2020.
- INDRA. Disponível em: <https://www.indracompany.com/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- MEIO Bit. Disponível em: <https://tecnoblog.net/meiobit/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- MINISTÉRIO DA DEFESA (Reino Unido). **Defense & Equipment**, 2020. Disponível em: <https://des.mod.uk/>. Acesso em: 16 maio 2020.

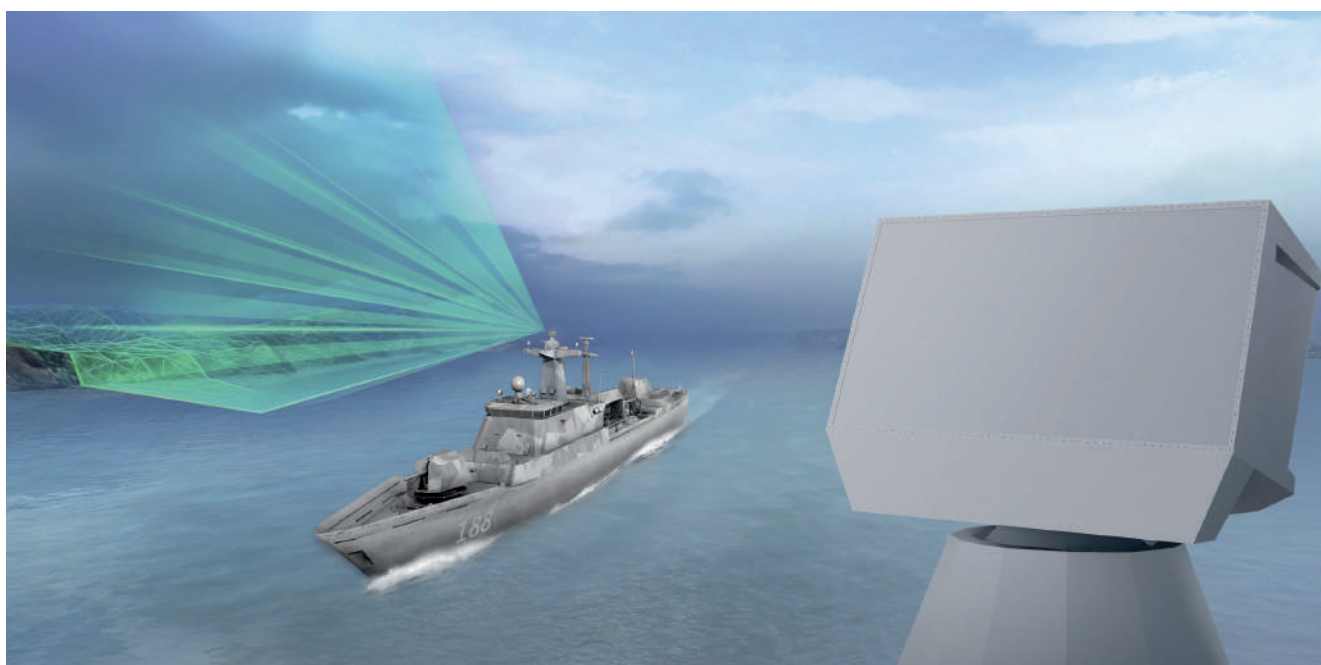


FOTO: defencetalk.com



**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.**



**PRATICAGEM,  
O DESENVOLVIMENTO  
DO NOSSO PAÍS,  
PASSA POR AQUI!**

[www.barradopara.com.br](http://www.barradopara.com.br)

# ATIVIDADES DA ESQUADRA 2019/2020



Evento "Comemore com a Esquadra", em novembro de 2019



Cerimônia de integração do casco do Submarino Humaitá (S41), em outubro de 2019



Cerimônia de Mostra de Ativação do Grupo Aéreo Naval de Manutenção, em novembro de 2019



Passagem de Comando do Comandante em Chefe da Esquadra, em dezembro de 2019



Comissão "Aspirantex", em janeiro de 2020





Cerimônia de transferência da aeronave UH-17 para o Setor Operativo, em fevereiro de 2020



UDVE em ação de descontaminação contra o COVID-19 no NDCC Almirante Sabóia, em março de 2020



Cerimônia de Mostra de Armamento do Navio de Socorro Submarino Guillobel, em maio de 2020



Cerimônia alusiva a Batalha Naval do Riachuelo, em junho de 2020



Cerimônia de Mostra de Ativação da Base de Submarinos da Ilha da Madeira, em julho de 2020

# EVENTOS DO CAAML 2019/2020



Palestra do AE Carlos Augusto de Sousa Ministro do STM, em novembro de 2019



Visita de delegação de marinhas amigas, em dezembro de 2019



Formatura dos Cursos de Especialização de Operador Radar e Operador Sonar, em dezembro de 2019



Entrega de Medalhas do Mérito Marinheiro e Medalha de Serviço Militar, em dezembro de 2019



Cerimônia de entrega de Troféus Operativos, em fevereiro de 2020



Cerimônia de Passagem de Comando do CMG Cardoso ao CMG Pavoni, em março de 2020



Estágio de descontaminação ministrado aos militares do ComForAerNav, em abril de 2020



Comissão de Inspeção e Assessoria de Adestramento no NE Brasil, em julho de 2020



CAAML retoma as instruções e aulas dentro dos parâmetros estabelecidos para a prevenção do COVID-19, em agosto de 2020



CAAML apoia descontaminação do NE Brasil contra o COVID-19, em agosto de 2020



# A EVOLUÇÃO DO NVD ATÉ O FLIR

## Capacidades e Aplicações em proveito dos Meios de Superfície

Capitão de Fragata ULYSSES AUGUSTO MAGALHÃES DANTAS **ITAPICURU**

Chefe do Departamento de Estudos e Pesquisas - CAAML  
Aperfeiçoado em Eletrônica

### INTRODUÇÃO

**E**m uma publicação online da *Task & Purpose* (T&P), uma mídia dedicada a assuntos militares, foi colocado que, por décadas, os militares estadunidenses se orgulharam de “possuir a noite”, graças à sua tecnologia de visão noturna inigualável. A visão noturna foi tão essencial para o sucesso da coalizão na Tempestade no Deserto que até inspirou um novo slogan militar da época - “Somos donos da noite”, disse o ex-secretário da Marinha, John Lehman, durante uma audiência em 1991, e continuou.... “Foi a capacidade de atacar à noite, quando todas as defesas do resto do mundo representam 10% do que são durante o dia, que nos deram esse enorme impacto imediato e vantagem”.

Diante da relevância, de natureza militar tática, que o domínio da visão noturna tem a oferecer, este artigo tem o intuito de apresentar a evolução dos Dispositivos de Visão Noturna (*Night Vision Device - NVD*) até a invenção dos sensores de visão termal (*Forward Look Infrared - FLIR*), suas capacidades e aplicações em proveito dos meios de superfície. Ainda que o equipamento de visão termal tenha uma concepção e princípio de funcionamento completamente diferentes do NVD, ambos surgiram decorrentes da necessidade do homem dominar a “escuridão”, principalmente em tempos de guerra.

## HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DOS NVD

O infravermelho foi descoberto em 1800, como uma forma de radiação, abaixo da frequência da luz vermelha, por Sir William Herschel, um britânico nascido na Alemanha que viria a se tornar um astrônomo. Desde então, com a evolução dos estudos, os primeiros NVD foram desenvolvidos pela empresa alemã Anschutz Entertainment Group, a partir de 1935, e introduzidos pelo exército alemão em 1939 na Segunda Guerra Mundial (2ªGM), por meio do sistema portátil denominado *Vampir*, instalados em rifles *Sturmgewehr 44*, para soldados de infantaria.



Versão alemã *The Vampir*  
(man-portable system for  
infantrymen)

FOTO: alternatehistory.com

Um desenvolvimento paralelo de NVD também ocorreu nos EUA. Os NVD infravermelhos M1 e M3, também conhecidos como *Sniperscope* ou *Snooperscope*, foram introduzidos pelo Exército dos EUA na 2ªGM. Eles eram dispositivos ativos que usavam uma grande fonte de luz infravermelha para iluminar alvos. Ambos os dispositivos, *Vampir* e *Sniperscope* são considerados a Geração 0 de NVD.

Contudo, a tecnologia ainda era impraticável, pois as baterias do equipamento pesavam até 13,6 kg e alguns refletores infravermelhos eram tão grandes que precisavam ser montados na traseira de um caminhão. A próxima geração de NVD, a Geração 1, sairia significativamente do *Sniperscope*, eliminando a necessidade de iluminar um alvo com luz infravermelha. Em vez disso, os novos NVD, agora passivos, amplificavam a luz emitida pela lua e pelas estrelas.

O dispositivo mais difundido à época, introduzido durante a Guerra do Vietnã, foi o telescópio à luz das estrelas, denominado como *Starlight*, um telescópio montado em um rifle que ampliava a luz ambiente cerca de 1000X.

Os dispositivos de segunda geração, menores que seus antecessores, apresentavam um tubo intensificador de imagem aprimorado, que utilizava uma placa de microcanal (*Micro-Channel Plate - MCP*) com um fotocátodo S-25. Essa combinação resultou em uma imagem muito mais brilhante, principalmente em noites sem lua, provendo uma amplificação da iluminação cerca de 20.000X, além de melhoras na resolução e confiabilidade da imagem.

Os NVD de terceira geração mantêm o MCP da segunda geração, mas agora usam um

fotocátodo feito com arseneto de gálio (mesmo material utilizado na construção de Diodos Laser e células solares de alta eficiência), o que melhora ainda mais a resolução da imagem provendo a amplificação de luz, também é aprimorada, para cerca de 30.000 a 50.000X.

Atualmente, definidos pelo Exército dos EUA, existem apenas quatro gerações de NVD. Nessa evolução tecnológica em busca de NVD cada vez mais eficientes, também se chegou à invenção dos dispositivos de visão térmica. De acordo com o histórico fornecido pela empresa estadunidense Bullard, especializada em equipamentos de imagem térmica, no final dos anos 50 e 60, as empresas Texas Instruments, a Hughes Aircraft e a Honeywell desenvolveram juntas um único elemento detector que digitalizava cenas e produzia imagens de linha. Esses detectores básicos levaram ao desenvolvimento de imagens térmicas modernas. No próximo tópico desse artigo, entenderemos melhor o princípio de funcionamento dessas tecnologias, suas capacidades e aplicações nos meios navais.

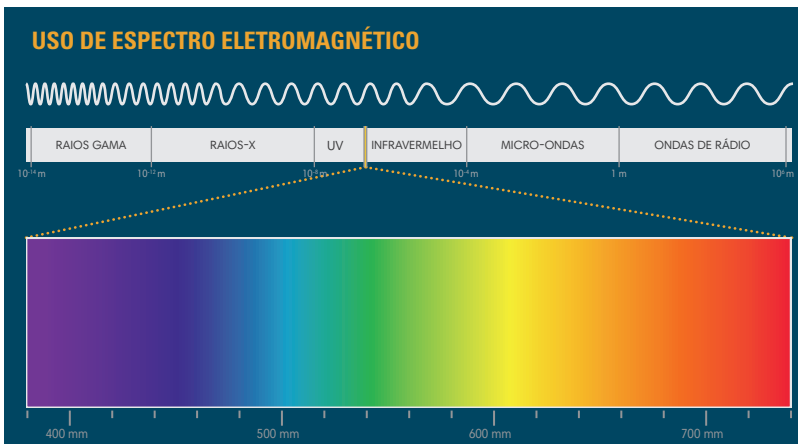


FOTO: alternatehistory.com

## PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO DOS NVD

Muito já se aprendeu sobre os princípios de funcionamento dos NVD no seu histórico de evolução, mas cabe, ainda, explicar que as câmeras diurnas, o olho humano e os NVD funcionam com o mesmo princípio básico: todos dependem da luz refletida pelo alvo para que se possa criar uma imagem.

É oportuno esclarecer que, dentro do espectro eletromagnético, as faixas de frequências utilizadas pelas duas tecnologias abordadas por este artigo são diferentes. O comprimento de onda detectado pelos NVD, os quais operam nas faixas de luz visível e próximas ao do infravermelho (IR), se encontra entre 0,4 a 1,0  $\mu\text{m}$ ; e a faixa de operação dos FLIR, que se encontra inteiramente dentro do espectro IR, é entre 3 a 12  $\mu\text{m}$ . A figura abaixo permite uma visualização geral do uso do espectro eletromagnético por diversas tecnologias.



A busca por NVD menores e mais eficientes culminou no que hoje conhecemos por *Night Vision Goggles* (NVG), que são, literalmente, óculos de visão noturna. Os NVG captam pequenas quantidades de luz visível, potencializam-nas e projetam o resultado em forma de imagens esverdeadas em um monitor. As câmeras fabricadas com a tecnologia NVG têm as mesmas limitações que as do olho nu: se não houver luz visível suficiente disponível, ou luz em demasia, elas não poderão ver bem.

Para mitigar a limitação da necessidade de luz, a tecnologia NVG desenvolveu as câmeras iluminadas por infravermelho (I2) que tentam gerar sua própria luz refletida projetando um feixe de energia IR, de frequência próxima a usada por seu gerador de imagens, permitindo ver a imagem quando o feixe de energia é refletido pelo objeto. Isso funciona até certo ponto, contudo as câmeras I2 ainda contam com a luz refletida para criar uma imagem, por isso possuem curto alcance e baixo contraste. Apresentados os princípios básicos de funcionamento do NVD, cabe agora expor as possibilidades e capacidades do uso da tecnologia no ambiente naval.

## OPERAÇÕES NVG (OPNVG) NO AMBIENTE NAVAL

As OPNVG consistem em operar os meios navais fazendo uso das vantagens oferecidas pela tecnologia NVG, no intuito de aumentar o poder de discriminação dos meios no mar e, ao mesmo tempo, contribuir para o aumento do poder de detecção e identificação de alvos.

Nas operações que envolvem os meios navais, os NVG são apenas uma parte de um sistema maior chamado *Night Vision System* (NVIS), que por sua vez consiste em um sistema completo de iluminação compatibilizada que envolve o navio, a aeronave orgânica e os operadores NVG necessários à consecução das operações aéreas.

Existe a opção, de ordem doutrinária, inerente a cada marinha e para cada tipo de operação, na qual as aeronaves orgânicas fazem a transição da operação normal para a NVG, já em voo e sem a necessidade de envolver o navio na configuração NVIS. Ainda assim, pilotos, aeronaves e seus equipamentos devem estar compatibilizados em um NVIS menor, pois as luzes internas (painel e cabine) e externas da aeronave têm que estar adaptadas ao NVG, assim como os pilotos.

Cabe ressaltar que os NVG não são dispositivos simples de operar. Este fato tem maior importância para os pilotos das aeronaves orgânicas, os quais não podem simplesmente pegar o equipamento e usar, sendo necessários treinamento especializado e preparação prévia antes do uso.

Nas OPNVG, as luzes de bordo convencionais, externas e internas, devem dar lugar às luzes do NVIS, assim como as luzes das aeronaves. Entende-se, portanto, que ambos os meios envolvidos devem ter a capacidade de comutação de luzes, e ao realizá-la à noite, os meios ficarão encobertos pela escuridão aos olhos humanos e às lentes convencionais, mas visíveis ao NVG.

É possível imaginar, desta forma, a possibilidade de uma força naval se deslocar sob a cobertura da escuridão, diminuindo o poder de detecção dos meios inimigos pela vista humana e pelas lentes convencionais, ao mesmo tempo em que, por meio de suas aeronaves orgânicas, tem aumentado seu poder de detecção e identificação de alvos. O velho ardil de “disfarçar” o navio de guerra de pescador perde espaço para a tecnologia NVG, cuja tática a ser empregada é a de se esconder na escuridão e “ver sem ser visto”.

Além da aplicação do NVD em OPNVG, também existe mais espaço a bordo para o uso da tecnologia, tal como: au-

xiliar a navegação e identificação de alvos pouco iluminados (ou sem luz) no mar; prover maior poder de identificação pelo pessoal responsável pela vigilância do navio no porto (quando o bordo do mar não for iluminado) e permitir comunicações mais discretas pelos mastros ou holofotes dos navios.

Outro fator agregador da tecnologia é que os NVG são projetados para fornecer ao piloto referências visuais que eles perdem à noite, permitindo gerirem melhor os riscos durante as operações aéreas noturnas. Além das aplicações militares, no caso dos pilotos, os NVG podem ser usados como auxílio aos voos noturnos durante condições meteorológicas visuais (VMC), embora os pilotos devam garantir que estejam sempre em uma situação em que, se alguma parte do NVIS falhar, eles possam prosseguir com as operações sob as regras de voo visual e em segurança.

A tecnologia NVD tem evoluído no sentido de aumentar o campo de visão de seus dispositivos. Em 2015, o site oficial da USNAVY publicou que a instituição iniciou a implementação dos *Wide Field of View* (WFOV NVG) no *Naval Expeditionary Combat Command Warfighters* (NECC) (“Comando Naval Expedicionário de Caças de Combate”).

O WFOV NVG dobra o campo de visão dos óculos tradicionais de visão noturna. Os benefícios são: maior eficiência de combate, percepção de profundidade, maior consciência situacional e maior velocidade de movimento. O WFOV NVG possui um campo de visão de 80 graus, um aumento na área visível de 5,3 vezes em relação aos atuais sistemas de 40 graus.

Após apresentar algumas das possibilidades de aplicação e utilização da tecnologia NVD para as operações navais, atividades e serviços a bordo, é oportuno visualizar também as possibilidades da tecnologia FLIR, como veremos a seguir.

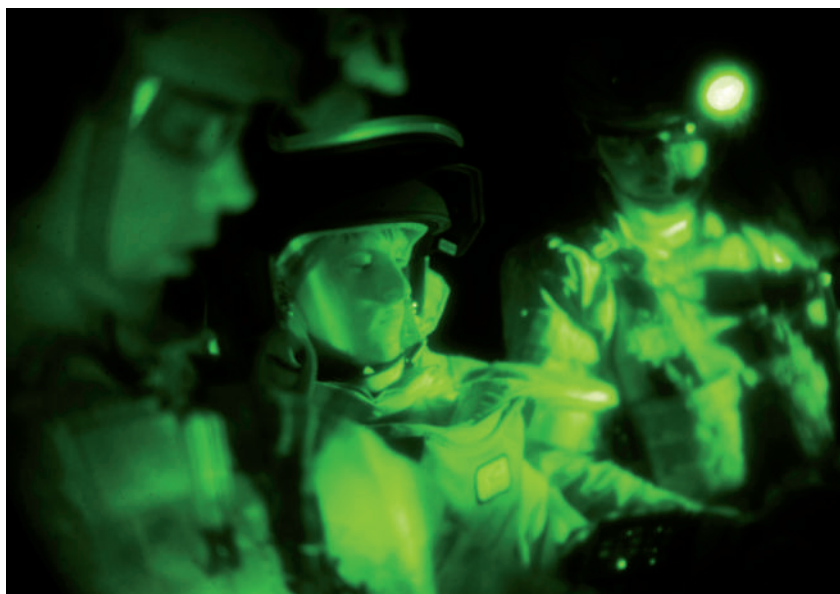


FOTO: U.S. Navy

## CÂMERAS DE IMAGEM TÉRMICA - FOWARD LOOK INFRARED (FLIR)

Os termovisores, como são chamadas as câmeras térmicas, possuem o princípio de funcionamento diferente dos dispositivos ópticos. Os FLIR tiram fotos do calor, não da luz visível. Por meio de um receptor, em forma de uma matriz refrigerada por nitrogênio, o sensor recebe os fótons emitidos por qualquer objeto que emita calor e por meio de um processador potente, literalmente, constrói uma imagem térmica em tempo real.

As câmeras térmicas detectam mais do que apenas calor; elas discriminam até pequenas diferenças de calor - tão pequenas quanto 0,01 °C - e as exibem como tons de cinza ou com cores diferentes. Quando dois objetos, próximos um do outro, têm assinaturas de calor (energia térmica emitida) até mesmo sutilmente diferentes, eles são mostrados claramente distintos pelo FLIR, independentemente das condições de iluminação.

A MB tem se mantido na vanguarda da tecnologia de visão termal. Como registro histórico, um dos primeiros equipamentos FLIR a serem utilizados pela MB foi o modelo *Star Safire 3*, adquiridos em 2005 para o emprego pelo 1° Esquadrão de Helicópteros de Esclarecimento e Ataque (HA-1). Os quatro primeiros equipamentos foram destinados a equipar as aeronaves Super Lynx daquele Esquadrão. A aquisição dos FLIR pela instituição trouxe consigo um relevante aumento do poder de detecção e identificação de contatos dessas aeronaves em proveito dos meios de superfície.

Nos dias atuais, a tecnologia FLIR já está presente nas aeronaves UH-15 e SH-16 dos 2° Esquadrões de Emprego Geral e 1° Esquadrão de Helicópteros Anti-Submarino, respectivamente. Contudo, o emprego dessa tecnologia não é um privilégio de aeronaves, podendo ser empregado, também, em navios de superfície para várias tarefas, como veremos mais adiante.

## POSSIBILIDADES DE EMPREGO DO FLIR PARA NAVIOS DE SUPERFÍCIE

Como na MB a tecnologia FLIR ainda não foi absorvida pelos meios de superfície, serão somente apresentadas algumas aplicações idealizadas pela USN para os seus navios. Em agosto de 2019, o Departamento de Defesa dos EUA anunciou acordo, no valor de US\$ 12,6 milhões, com a empresa FLIR, um dos líderes mundiais no design e fabricação de câmeras de imagem térmica, para dotar seus navios da clas-

se *Littoral Combat Ships* (LCS) com o equipamento *Star Safire 3*, até agosto de 2024.

Entre as várias possibilidades de emprego, em proveito das ações de superfície, estes equipamentos, também chamados de “Olhos Digitais” dos LCS, serão destinados aos seguintes tipos de apoio: detecção de embarcações empregadas em ações de guerra assimétrica; segurança da navegação (quando feita em baixa visibilidade e noturna); identificação de alvos de superfície; das ações de interceptação marítima, da observação e vigilância costeira; operações de inserção e extração de militares; de operações de GVI/GP; operações SAR; e conscientização situacional em tempo real.

Os equipamentos FLIR atuais oferecem também a possibilidade de serem integrados ao RADAR e ao sistema de armas do navio. Neste último caso, entre outros sistemas de armas estadunidenses que serão contemplados com a tecnologia FLIR, cita-se o Sistema *Phalanx (Close -in Wapon System - CIWS)*, com instalações em quase todos os navios de combate dos EUA. Este sistema se utilizará da tecnologia para o processamento de imagem de alto desempenho, que será disponibilizada no console do operador de controle de tiro, onde é fornecida a exibição dos dados de aquisição, identificação e rastreamento do alvo.

O FLIR integrará a capacidade de detecção térmica multiespectral e rastreamento de alvo ao sistema por meio do processador de imagem VIEW 7000, parte do sistema que combinará fontes de computador de alta resolução e entradas de vídeo do FLIR em tempo real.

## CONCLUSÃO

Foram apresentados neste artigo os princípios de funcionamento dos equipamentos FLIR e NVG e as suas possíveis aplicações no Ambiente de Guerra de Superfície. É importante notar que os FLIR e os NVD não são tecnologias excludentes e sim complementares, cada qual com suas devidas aplicabilidades e possibilidades.

A MB, sem perder a visão do futuro tecnológico, já possui a experiência de operar com FLIR por meio das aeronaves

do Esquadrão HA-1, expandindo suas experiências e capacidades para os Esquadrões de Emprego Geral e 1º Esquadrão de Helicópteros Anti-Submarino. A tecnologia NVD também está sendo acompanhada de perto pela MB. Não só os três esquadrões de helicópteros supracitados possuem a capacidade de operar esta tecnologia, mas também pelo Porta-Helicópteros Multipropósito “Atlântico” e pelo navio Doca Multipropósito “Bahia”.

A importância do conhecimento e posse de ambas as tecnologias reside no fato da necessidade do domínio do espectro eletromagnético, que é uma importante tarefa a ser exercida pelas marinhas no Ambiente da Guerra Eletrônica, principalmente quando este domínio traz as vantagens táticas de operar à noite “quando todas as defesas do resto do mundo representam 10% do que são durante o dia”.

## Referências:

- ADVANCED display processor deployed in littoral combat ship (LCS). **RGB Spectrum**, 2017. Disponível em: <https://www.rgb.com/news/advanced-display-processor-deployed-littoral-combat-ship-lcs>. Acesso em: 28 maio 2020.
- ESPECTRO eletromagnético. **Toda Matéria**, 2017. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnetico/>. Acesso em 28 maio 2020.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Night vision Goggle systems**. Disponível em: <https://www.faa.gov/flightops/flightops/library/documents/2013/Mar/75375/NVGS2.pdf>. Acesso em: 28 maio 2020.
- FLIR** maritime para socorristas. FLIR, [2020]. Disponível em: <https://www.flir.com/marine/first-responders/>. Acesso em: 28 maio 2020.
- MALYASOV, Dylan. U.S. Navy awards FLIR with \$12M contract to upgrade Littoral Combat Ships 'digital eyes'. **Defence Blog**, 2019. Disponível em: <https://defence-blog.com/news/u-s-navy-awards-flir-with-12m-contract-to-upgrade-littoral-combat-ships-digital-eyes.html>. Acesso em: 28 maio 2020.
- NIGHT vision imaging systems (NVIS). **Skybrary**, 2017. Disponível em: [https://www.skybrary.aero/index.php/Night\\_Vision\\_Imaging\\_System\\_\(NVIS\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Night_Vision_Imaging_System_(NVIS)). Acesso em: 28 maio 2020.
- NIGHT VISION OPTICS. Night vision history. **NV OPS**, [2018]. Disponível em: <https://nightvisionops.com/night-vision-101/night-vision-history/>. Acesso em: 28 maio 2020.
- RAYMOND, Adam K. We own the night: the rise and fall of the US military's night-vision dominance. **Task & Purpose**, Nova Iorque, 2017. Disponível em: <https://taskandpurpose.com/gear-tech/night-rise-fall-us-militarys-night-vision-dominance>. Acesso em: 28 maio 2020.
- WIDE field of view night vision Goggles transition to the fleet. **America's Navy**. Disponível em: [https://www.navy.mil/submission/display.asp?story\\_id=95027](https://www.navy.mil/submission/display.asp?story_id=95027). Acesso em: 28 maio 2020.

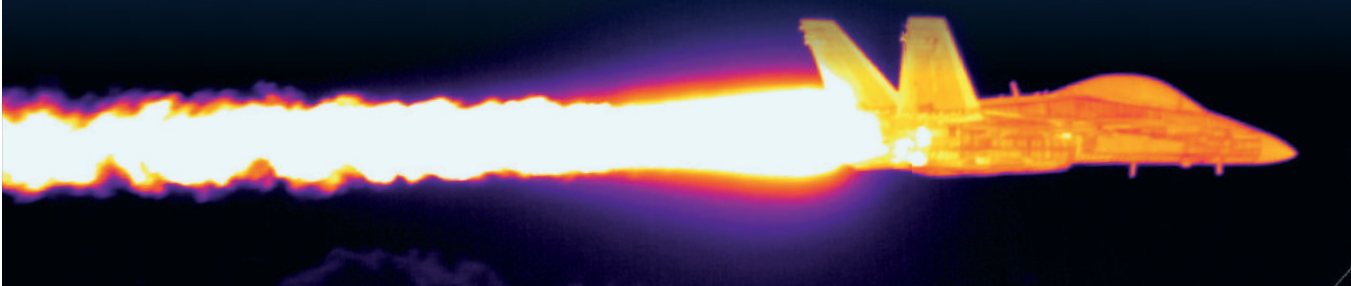


FOTO: flir.com



# altus



Considerando o momento atual da expansão exponencial da tecnologia, no tocante aos Sistemas de Controle e Monitoração da Propulsão, Máquinas Auxiliares, Controle de Avarias, Geração, Distribuição e a integração destes sistemas (IPMS), faz-se a pergunta:

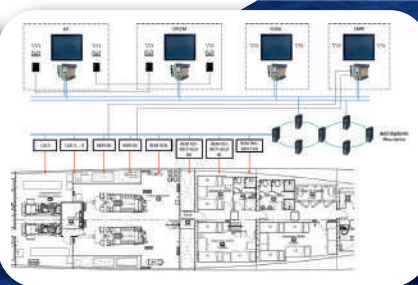
**A MB está preparada para enfrentar os impactos e desafios da expansão tecnológica, promovidos pela indústria 4.0?**

- IPMS – Integrated Platform Management System
- PMS – Power Management System
- SCMP – Sistema de Controle e Monitoração de Propulsão
- CAV – Controle de Avarias
- Monitoração de nível de tanques
- Controle de Luzes de Navegação

A SKM, Empresa Estratégica de Defesa (EED), e a Altus, empresas 100% nacionais, estabeleceram parceria para pesquisa, desenvolvimento (P&D) e engenharia voltada à Integração de Sistemas (IPMS) de Supervisão e Controle da Propulsão, Máquinas Auxiliares, Avarias, Gerenciamento de Energia (PMS) da Planta Elétrica de Navios Militares.

**Base Tecnológica Única 100% Nacional promove:**

- Facilidade de logística de manutenção;
- Maior disponibilidade dos Navios;
- Diminuição do custo de sobressalentes; e
- Facilidade na capacitação de pessoal de suporte técnico (operação e manutenção).



# NAVIOS DE DEFESA DE MÍSSEIS BALÍSTICOS

Capitão de Corveta **VINÍCIUS BARCELOS RANGEL**

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

## INTRODUÇÃO

Os mísseis balísticos (MIB) são caracterizados por terem a maior parte de suas trajetórias governada pelas leis da balística, sendo conhecidos pelas altas velocidades de voo e grandes alcances, percorrendo as camadas mais altas da atmosfera (ou regiões superiores a esta). Somente alguns países detêm a tecnologia de mísseis balísticos, que podem ser lançados de plataformas fixas ou móveis, aéreas, terrestres ou navais a partir de áreas marítimas controladas (geralmente, por submarinos).

Os mísseis de cruzeiro percorrem suas trajetórias em linha reta e em baixas altitudes e são impulsionados, durante todo o voo, por propulsores, diferentemente dos MIB. Estes últimos possuem algumas vantagens sobre os mísseis de cruzeiro: devido à trajetória balística, possuem maior alcance, pois consomem menos combustível durante o voo; e por conta das grandes velocidades, permitem o engajamento de alvos a grandes distâncias em um curto espaço de tempo, além de serem mais difíceis de serem interceptados na fase final de voo.

Devido à sofisticação tecnológica e à característica de grande letalidade, com cargas de combate contendo explosivos convencionais ou elementos biológicos, químicos ou nucleares os MIB são empregados em ataques que demandam rapidez, grande precisão e elevado poder destrutivo. A maior parte desses mísseis é considerada estratégica, sendo empregada em ataques contra alvos de grande valor econômico ou militar.

FOTO: Johns Hopkins University



A trajetória de um MIB consiste de três fases. Após o lançamento, é iniciada a fase de “voo propulsado” (*boost phase*), quando o míssil é acelerado e dirigido até altas altitudes, geralmente estratosféricas, impulsionado por propulsores. Com o término do combustível, o míssil passa à fase “intermediária ou de voo livre” (*midcourse phase*) sem propulsão, com maior duração de tempo, iniciando sua trajetória balística geralmente fora das camadas atmosféricas, quando o míssil atinge seu ponto de maior altitude. Ao final, ocorre a fase de “re-entrada” (*re-entry phase*) constituindo-se na fase de voo terminal com o retorno do míssil à atmosfera e o abatimento do alvo.

Embora haja políticas de não proliferação de armas de destruição em massa, uma das grandes ameaças para a segurança, atualmente, é o incremento do número de atores estatais e não estatais (inclusive grupos terroristas) detentores da capacidade de operar MIB. Os países que realizam tais investimentos almejam ter capacidade de projeção de poder combatente em um contexto regional ou estratégico. Atualmente, há 31 Estados que operam estes tipos de mísseis, e nove destes, oficialmente (ou supostamente), possuem tecnologia de emprego de ogivas nucleares, sendo: Coreia do Norte, China, EUA, França, Índia, Israel, Paquistão, Reino Unido e Rússia.

## SISTEMAS DE DEFESA CONTRA MÍSSEIS BALÍSTICOS

Devido à grande capacidade de destruição dos mísseis balísticos, uma das possibilidades de defesa contra tais artefatos é a neutralização antecipada das plataformas de lançamento, negando a iniciativa ao inimigo. Outra alternativa é o engajamento dos mísseis em voo, o que demanda o desenvolvimento de sistemas de defesa antimísseis balísticos. Tais sistemas são projetados para interceptação dos mísseis em suas fases intermediárias e finais de voo.

Os sistemas de defesa de mísseis são constituídos por sistemas de lançamento, mísseis interceptadores, sistemas de vigilância altamente sofisticados (satélites e radares) e arquiteturas de Comando e Controle. Tais sistemas, quando operando em conjunto, são conhecidos como “escudo de mísseis”, podendo contar com elementos posicionados em áreas terrestres (*ground-based*) ou baseados em plataformas navais (*sea-based*). Apenas alguns Estados operam este tipo de sistema de defesa, sendo estes: China, Coreia do Sul, Emirados

### DEPENDENDO DO ALCANCE, OS MIB SÃO CLASSIFICADOS NAS SEGUINTE CATEGORIAS:

DESIGNAÇÃO	ABREVIÇÃO	ALCANCE
Close Range Ballistic Missile	CRBM	50 – 300 km
Short Range Ballistic Missile	SRBM	300 – 1.000 km
Medium Range Ballistic Missile	MRBM	1.000 – 3.000 km
Intermediate Range Ballistic Missile	IRBM	3.000 – 5.500 km
Intercontinental Ballistic Missile	ICBM	> 5.500 km



FOTO: J.savetheroyalnavy.org

Árabes Unidos, Estados Unidos (EUA), França, Índia, Israel, Itália, Japão, Reino Unido, Rússia e Taiwan.

## A CAPACIDADE DE DEFESA DOS EUA CONTRA MÍSSEIS BALÍSTICOS

Os EUA desenvolveram, sob coordenação da *Missile Defence Agency* (MDA), o *Ballistic Missile Defense System* (BMDS), um sistema robusto capaz de prover defesa contra mísseis balísticos. Como o BMDS possibilita a proteção de áreas críticas, tanto em território estadunidense como aliado, o sistema traz, pela importância estratégica, significativa capacidade de dissuasão. O BMDS é composto por uma rede interligada de elementos capazes de detectar e acompanhar um míssil inimigo em todas as fases de sua trajetória, sendo constituído pelos seguintes sensores, permitindo uma vigilância de cobertura mundial:

- Sensores espaciais (satélites):** o *Space Tracking and Surveillance System* (STSS), composto por satélites capazes de detectar, pelo espectro infravermelho, o sistema de propulsão dos mísseis em sua fase inicial de voo; e
- Radares:** *Updated Early Warning Radars* (UEWR) e *COBRA DANE*, radares fixos de alarme antecipado; *Transportable Radar Surveillance and Control Model 2* (AN/TPY-2), radar móvel, que atua como sensor de base avançada; *Sea-Based X-Band*, radar móvel, transportado por plataformas navais e posicionado nos oceanos; e radares AN/SPY-1 e AN/SPY-6, principais sensores do sistema de combate *Aegis*.



FOTO: U.S. Missile Defense Agency (MDA)

é a fase mais difícil para engajamento do míssil devido à proximidade do alvo. Os sistemas empregados nesta fase são o *Terminal High Altitude Area Defense* (THAAD), *Aegis BMD* e *PATRIOT*.

Um elemento vital para o BMDS é o sistema *Command and Control, Battle Management, and Communications* (C2BMC), que realiza a integração entre os sensores e sistemas de armas do BMDS por meio do Link 16, permitindo a interoperabilidade entre os diversos elementos e a decisão sobre a fonte de dados e o sistema de armas mais adequados a serem empregados.

### O SISTEMA AEGIS DE DEFESA DE MÍSSEIS BALÍSTICOS NA MARINHA DOS EUA

O princípio de funcionamento do BMDS está relacionado com as fases de voo de um míssil balístico:

- a. Fase de voo propulsado: após o lançamento do míssil, este é detectado, por meio de sua assinatura infravermelha, pelos satélites do BMDS que passam a realizar seu acompanhamento. Esta informação é transmitida a um elemento central da estrutura de Comando e Controle e, após a análise da informação, os dados do míssil são encaminhados aos sistemas de armas e demais sensores integrados ao BMDS, de forma a também detectá-lo;
- b. Fase de voo intermediária: após o término do combustível do míssil, os satélites perdem a capacidade de acompanhamento e os radares, baseados em terra (UEWR, AN/TPY-2, AN/SPY-1 e *COBRA DANE*) e em plataformas navais (*Sea-Based X-Band* e AN/SPY-1 ou 6) passam a ser os únicos sensores capazes de detectar e acompanhar o alvo. Nesta fase, é iniciada a etapa inicial de interceptação, caracterizada pela tentativa de destruição do míssil ainda fora da atmosfera. Os principais sistemas empregados nesta fase são o *Ground-based Midcourse Defense* (GMD) e o *Aegis Ashore*, baseados em terra, e o *Aegis Ballistic Missile Defense* (BMD), instalado em navios; e
- c. Fase de reentrada: na fase final de voo dos mísseis, é iniciada a segunda etapa de interceptação com a tentativa de destruição dos mísseis em menores altitudes. Esta

O sistema *Aegis Ballistic Missile Defense* (BMD) é o componente naval do BMDS, desenvolvido pela Marinha dos EUA (USN). O sistema emprega a estrutura do sistema de combate *Aegis*, projetado pela *Lockheed Martin*, instalado em 87 navios da USN das classes “Arleigh Burke” (DDG) e “Ticonderoga” (CCG).

O sistema de combate *Aegis* foi projetado na década de 1970, com início de operação em 1983, mediante o propósito inicial de prover aos navios de guerra capacidades de defesa contra mísseis de cruzeiro e ataques de aeronaves. Em 2004, após vários anos de evolução, foi incluída a capacidade de defesa contra MIB em alguns navios, passando a atuar, inicialmente, apenas com a tarefa de vigilância de MIB intercontinentais (ICBM). Em 2005, os navios com sistema *Aegis BMD* incorporaram a capacidade de lançamento de mísseis interceptadores com o desenvolvimento dos mísseis *Standard Missile-3* (SM-3). No ano seguinte, foi incorporada a capacidade de defesa contra MIB em sua fase terminal.

O *Aegis BMD* foi projetado para destruição de MIB de curto e médio alcances e de alcance intermediário, durante a fase de voo intermediária, empregando o míssil SM-3 como interceptador primário. Como interceptadores secundários, são utilizados os mísseis *Standard Missile-2* (SM-2) e *Standard Missile-6* (SM-6) para defesa contra MIB de curto e médio alcances, com destruição na fase terminal de suas trajetórias (*Sea-Based Terminal capability*). Atualmente, a USN possui 36 navios dotados com o sistema *Aegis BMD*, sendo

31 *Destroyers* classe “Arleigh Burke” e cinco cruzadores classe “Ticonderoga”. A última versão do sistema de combate *Aegis*, o *Baseline 9*, permitiu que os navios pudessem realizar, simultaneamente, ações de defesa de mísseis balísticos e de defesa anti-aérea.

O *Aegis BMD* é composto pelos seguintes elementos:

- **Radar AN/SPY-1:** principal sensor do sistema de combate *Aegis*, equipando os DDG da 1ª e da 2ª geração (*Flights I / II*) e os CCG. É um radar 3D, da banda S, que possui uma capacidade de detecção e acompanhamento simultâneo de até 100 alvos nos ambientes aéreo e de superfície;
- **Radar AN/SPY-6:** também da banda S, equipa os DDG de 3ª geração (*Flight III*). Possui nova tecnologia de processamento de sinais denominada *active electrically scanned array* (AESA), sendo cerca de 30 vezes mais eficiente que o AN/SPY-1 e permitindo a realização de varredura e acompanhamento de alvos em altitudes dentro e fora da atmosfera;
- **Missil RIM-161 *Standard Missile 3* (SM-3):** empregado para engajamento de um míssil balístico por meio de uma interceptação para o impacto com o míssil inimigo (*hit-to-kill technology*). O SM-3 não possui carga de combate e, por meio de um dispositivo denominado *kinetic warhead* (KW), utiliza sua energia cinética após o término do combustível para autoguiagem e na destruição dos mísseis inimigos por impacto. O lançamento dos mísseis SM-3, como também do SM-2 e do SM-6, é realizado por meio do sistema Mk 41 *Vertical Launching System* (VLS). O SM-3 passou por três diferentes versões (*blocks IA, IB e IIA*) com alcances estimados de 700 quilômetros (*block IA/IB*) e de 1.500 quilômetros (*block IIA*);
- **Missil RIM-156A *Standard Missile-2* (SM-2):** produzido em várias versões, sendo a última a *block IV*, com alcance estimado de 75 a 165 quilômetros. Este tipo de míssil, além da defesa contra mísseis balísticos, também pode ser empregado contra mísseis de cruzeiro;
- **Missil RIM-174 *Standard Missile-6* (SM-6 Dual I):** produzido em várias versões com alcance estimado de 240 a 370 quilômetros, sendo empregados na defesa contra mísseis balísticos, mísseis de cruzeiro e aeronaves; e
- ***Command and Control, Battle Management, and Communications* (C2BMC):** tem a função de integrar o sistema *Aegis BMD* com o BMDS.

O sistema *Aegis BMD* foi projetado para conduzir operações de defesa, tendo capacidade de detecção e acompanhamento de mísseis por diversos sensores, permitindo a troca de informações das ameaças entre os elementos do BMDS. Um navio dotado do sistema *Aegis BMD*, após detectar um alvo, é capaz de encaminhar os dados da ameaça a outras unidades, navais e baseadas em terra, para que estas também possam acompanhar o míssil. Isso é possível devido à integração entre os sensores das unidades do BMDS por meio do sistema C2BMC. Com o alvo sendo acompanhado pelos sensores das unidades, a central do sistema C2BMC da região processa as informações, realiza os cálculos da solução de tiro e determina o lançamento do míssil interceptador por quaisquer dos sistemas de armas interligados ao BMDS. A unidade que realizará o engajamento é selecionada conforme a fase de voo na qual o míssil se encontra, a categoria do míssil e as capacidades do seu sistema de armas.

Dessa maneira, o sistema *Aegis* instalado nos navios é apenas um elemento de um conjunto de sensores, sistemas de armas e centrais do sistema C2BMC que trocam, constantemente, informações de maneira integrada. Outros sistemas de defesa, incluindo os baseados em terra, com sensores e sistemas de armas de diferentes capacidades podem ser utilizados. Além disso, podem ser empregadas unidades estrangeiras com sistemas integrados ao BMDS por meio do C2BMC. Isso é o que ocorre com a arquitetura do “escudo de mísseis” da Europa, estabelecida pelo programa *Active Layered Theater Ballistic Missile Defense* (ALTBMD), que prevê que os sistemas de combate estadunidenses atuem na neutralização de mísseis em altitudes superiores e que os sistemas europeus realizem a defesa contra mísseis em fase terminal de voo. Nesse caso, a central do sistema C2BMC encontra-se em *Ramstein* (Alemanha).



FOTO: www.quora.com

Os navios equipados com o sistema *Aegis* BMD podem ser posicionados próximos à plataforma lançadora, possibilitando a detecção dos mísseis logo após o lançamento, ainda na fase inicial de suas trajetórias, permitindo uma antecipação do disparo dos mísseis interceptadores por outras unidades do BMDS.

Vale ressaltar ainda que o sistema *Aegis* BMD possui uma capacidade denominada “*Launch-on-Remote*” (LoR), na qual os navios são capazes lançar seus mísseis interceptadores utilizando os dados oriundos de sensores de outras unidades. Assim, os interceptadores, sem estarem restritos ao alcance dos sensores do próprio navio, podem ser lançados com maior antecipação aumentando a probabilidade de engajamento. Além disso, os mísseis interceptadores, durante a aproximação final e intercepção do alvo, também podem empregar dados procedentes de sensores externos, capacidade conhecida como “*Engage-on-Remote*” (EoR).

### A EXPANSÃO DO AEGIS BMD E OS SISTEMAS DE DEFESA DE OUTRAS MARINHAS

Nos últimos anos, o sistema *Aegis* BMD expandiu-se globalmente e vem permitindo o incremento da interoperabilidade entre a USN e marinhas aliadas, com destaque para os países que compõem a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), o Japão e a Coreia do Sul.

No continente asiático, o desenvolvimento de MIB e armas nucleares pela Coreia do Norte tem despertado, nos EUA e em seus aliados na região, como o Japão e a Coreia do Sul, a necessidade de investimentos para aprimoramen-

to dos sistemas de defesa de mísseis. Da mesma maneira, a China tem desenvolvido capacidades para realizar ações que garantam *Anti-Access/Area Denial* (A2/AD) no Pacífico ocidental, em especial no Mar da China, trazendo restrições para realização de operações militares pelos EUA e países aliados.

Na década de 1980, os EUA iniciaram as negociações para transferência de tecnologia do sistema de combate *Aegis* para a Força Marítima de Autodefesa do Japão (*Japanese Maritime Self-Defense Force – JMSDF*), sendo esta a primeira “marinha” estrangeira a construir navios com capacidade *Aegis*. Atualmente, a JMSDF opera quatro *Destroyers* da classe “Kongo” que, anos após sua incorporação, foram atualizados com o sistema *Aegis* BMD. Além disso, na década de 2000, a JMSDF construiu mais dois *Destroyers* com sistema *Aegis* (classe “Atago”) que, nos anos seguintes, também foram atualizados com o *Aegis* BMD completando seu programa de defesa com seus navios e permitindo a defesa contra MIB, em conjunto com *Destroyers* estadunidenses baseados no Japão. Ressalta-se que, em 1999, foi iniciado o projeto de desenvolvimento do SM-3 *block* IIA pelos EUA em cooperação com o Japão, que contribuiu com o financiamento do projeto e apoiou o desenvolvimento de partes componentes do míssil.

Em 2019, a Coreia do Sul decidiu pela construção de três *Destroyers* do segundo *batch* da classe “Sejong the Great” (KDX-III), que serão dotados da versão mais atualizada do sistema *Aegis* e terão capacidade de defesa contra MIB operando com os mísseis SM-3. Os novos navios, com previsão de entrega a partir de 2023, serão capazes de realizar operações do tipo *integrated air and missile defense* (IAMD) em conjunto com baterias terrestres do sistema THAAD, operadas pelo Exército dos EUA em território sul-coreano.

O programa de desenvolvimento de MIB e de armas de destruição em massa pelo Irã, com alcance na Europa, evidenciou aos líderes europeus a importância de um sistema de defesa específico. Dessa maneira, encontra-se em desenvolvimento, desde 2009, o programa de defesa ALTBMD, o “Escudo de Mísseis” da Europa, já mencionado anteriormente. Na arquitetura do sistema, os europeus operam sistemas baseados em terra, como o *PATRIOT* e o *SAMP/T Air Defense System*. Além disso, algumas marinhas da Europa possuem navios com capacidade de defesa de MIB, integrados ou não ao BMDS, capazes de realizar troca de dados com unidades estadunidenses por meio do sistema C2BMC.

As únicas marinhas europeias que possuem navios com sistema de combate *Aegis* são as Marinhas da Espanha e Noruega. A Marinha Espanhola possui cinco Fragatas da classe “Álvaro de Bazán”, equipadas com o sistema de combate *Aegis* com integração com o BMDS. No entanto, podem lançar apenas interceptadores SM-2, o que restringe sua capacidade de engajamento a mísseis de médio alcance na fase de voo



FOTO: United States Navy

terminal. Já a Marinha Real da Noruega possui quatro Fragatas da classe “Fridtjof Nansen”, sendo também equipadas com o sistema *Aegis*. Contudo, tais escoltas contribuem com o ALTBMD apenas com o emprego do radar AN/SPY-1F, já que não contam com mísseis interceptadores.

Embora Alemanha, França, Holanda, Itália e Reino Unido não possuam navios com o sistema de combate *Aegis*, tais países possuem escoltas com capacidade de integração com o BMDS, contribuindo para o programa de “escudo de mísseis” da Europa.

A *Royal Navy* possui cinco *Destroyers Type 45* com o sistema de combate *Principal Anti Air Missile System (PAAMS)* e equipados com os radares de longo alcance SAMPSON AESA e S1850M. Os navios possuem capacidade de defesa de MIB de curto alcance em sua fase de voo terminal, com o emprego dos mísseis *Aster 30 Block 1NT/Block 2*.

As Marinhas da França e da Itália possuem dois *Destroyers* (cada) da classe “Horizon”, desenvolvidos por um projeto entre esses Países e o Reino Unido. Os navios operam com o sistema de combate PAAMS, contam com o radar de longo alcance S1850M e podem empregar os mísseis Aster 30 utilizados contra mísseis de curto alcance durante a fase final de voo.

A Marinha Real Holandesa possui quatro Fragatas da classe “Zeven Provinciën”, que são equipadas com o radar de longo alcance SMART-L-EWC (*Early Warning Capability*). Além disso, em 2018, iniciou tratativas a fim de dotar seus navios com os mísseis interceptadores SM-3, contribuindo ainda mais com a tarefa do ALTBMD. Já a Marinha da Alemanha decidiu pela substituição dos radares SMART-L pela sua mais nova versão, os radares SMART-L-EWC, a serem equipados nas três Fragatas classe “Sachsen”, aumentando significativamente sua capacidade de vigilância.

## CONCLUSÃO

Evidencia-se a importância estratégica dos MIB, visto que os países detentores de tal tecnologia dispõem de grandes possibilidades ofensivas, o que contribui para o incremento da influência política e econômica sobre outros Estados, além de obter vantagens em conflitos, como também bases sólidas para garantia da própria soberania. Por outro lado, destaca-se a importância do desenvolvimento e atuação dos sistemas de defesa na guerra moderna, já que, um país dotado de um crível e eficiente sistema de defesa contra MIB pode dispor de vantagens defensivas significativas, contribuindo para o equilíbrio deste “confronto de forças”, sobretudo, se aliado à capacidade de emprego de dos respectivos mísseis.

## Referências:

AEGIS Ballistic Missile Defense. **Missile Threat**, 2020. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/system/aegis/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

AEGIS Combat System. **Lockheed Martin**, 2020. Disponível em: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/aegis-combat-system.html>. Acesso em: 15 abr. 2020.

BALLISTIC Missile Basics. **Missile Defense Advocacy Alliance**, 2020. Disponível em: <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-basics/ballistic-missile-basics/>. Acesso em: 18 abr. 2020.

BALLISTIC Missile Defence. **North Atlantic Treaty Organization (NATO)**, 2020. Disponível em: [https://www.nato.int/cps/en/natolive/topics\\_49635.htm](https://www.nato.int/cps/en/natolive/topics_49635.htm). Acesso em: 10 abr. 2020.

BALLISTIC Missile Defense System. **Missile Defense Agency**, 2020. Disponível em: <https://www.mda.mil/system/system.html>. Acesso em: 12 abr. 2020.

BRASIL. Escola de Guerra Naval. **EGN-462: Manual de Mísseis**. 2. rev. Rio de Janeiro: EGN, [201-].

MORTON, John; Galdorisi, George. **Any Sensor, Any Shooter: Toward an Aegis BMD Global Enterprise**. Disponível em: [https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-67/JFQ-67\\_85-90\\_Morton-Galdorisi.pdf](https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-67/JFQ-67_85-90_Morton-Galdorisi.pdf). Acesso em: 18 abr. 2020.

WORLDWIDE Ballistic Missile Inventories. **Arms Control Association**, 2020. Disponível em: <https://www.armscontrol.org/factsheets/missiles>. Acesso em: 17 abr. 2020.



FOTO: [www.fpri.org](http://www.fpri.org)

CONCURSO DE  
**FOTOGRAFIA**  
2020



1º COLOCADO

MN-QPA **IREMAR VINICIUS DA SILVA CASTRO**  
CCSM-RJ



CONCURSO DE FOTOGRAFIA 2020



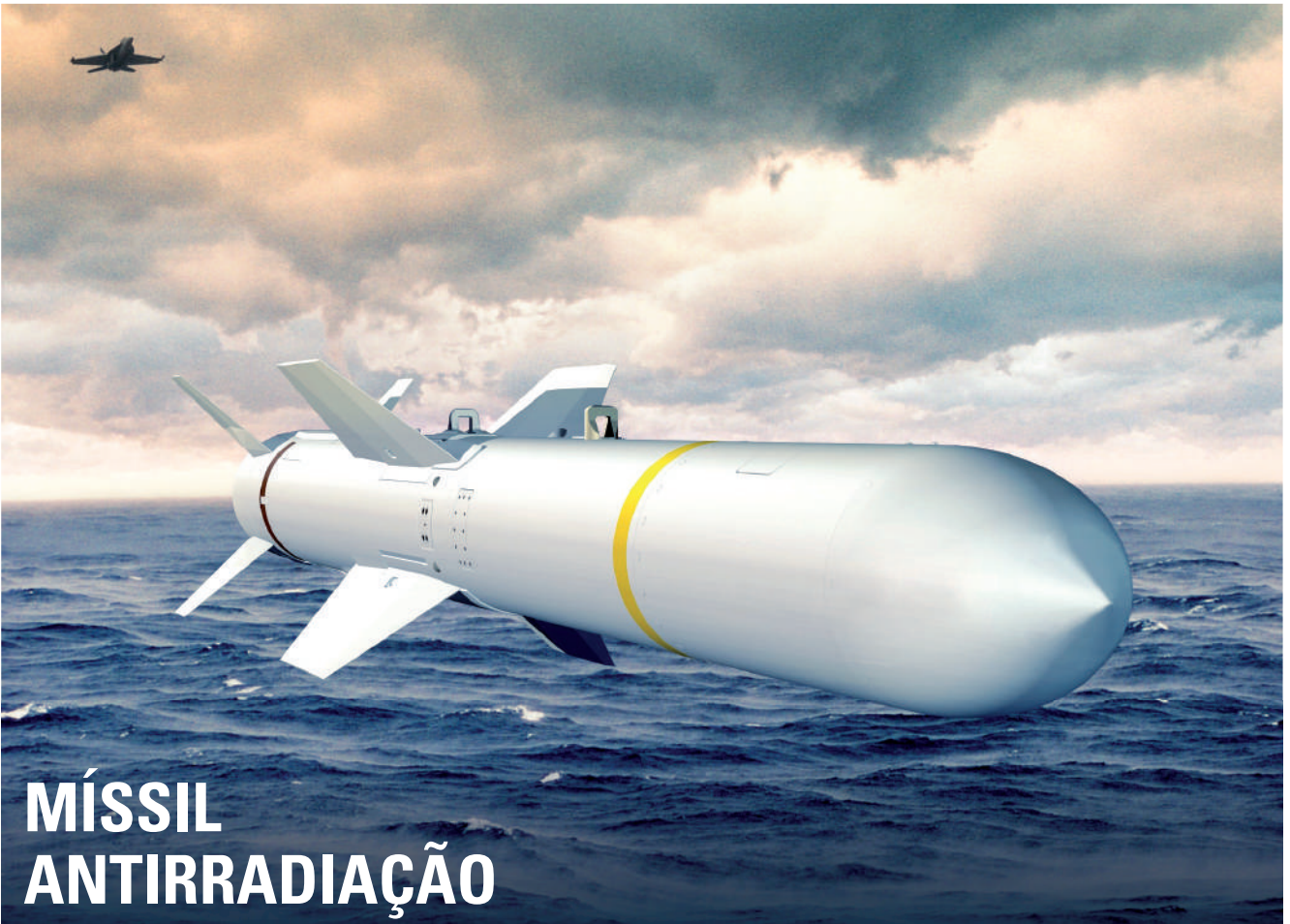
2° COLOCADO

CMG **MARCELO CHAGAS DE LIMA**  
CGAEM



3° COLOCADO

MN-QPA **THIAGO LUIZ DE SOUZA ROCHA**  
U-27



# MÍSSIL ANTIRRADIAÇÃO

FOTO: dmitryshulgin.com

Primeiro-Tenente (AA) **ALEX TAVARES DOS SANTOS**

Ajudante da Divisão de Comunicações e Guerra Eletrônica - CAAML  
Aperfeiçoado em Operação de Radar

## INTRODUÇÃO

**A** neutralização de equipamentos que realizam ataque eletrônico e orientação de armas tem sido revestida de relevância prioritária dentro dos centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D) das principais potências militares mundo afora. Nesse contexto, os elementos que atuam dentro do ambiente da Guerra Eletrônica (GE), além da interceptação das emissões eletromagnéticas de interesse, devem ser capazes de executar tarefas cada vez mais diversificadas, que visam à execução simultânea da defesa eletrônica (a garantia de exploração do espectro eletromagnético a despeito das tentativas de ataque do oponente), do ataque eletrônico (tentativa de degradação ou destruição do poder combatente inimigo dentro do ambiente de GE) e da contínua busca de interceptação (localização eletrônica de novas ameaças).

Para isso, cada vez mais, as modernas forças militares dependem da capacidade de dispor de uma complexa gama de tecnologias eletrônicas para uso, tanto ofensiva quanto defensivamente. Dessa forma, o desenvolvimento de armas e sensores que possibilitem tal nível de capacidade em combate tem sido intensamente buscado pelas Forças Armadas de diversas nações, entre elas o Brasil. O intuito deste artigo é apresentar as características do Míssil Antirradiação, que tem se mostrado como importante instrumento na degradação, supressão e destruição da defesa antiaérea inimiga.

## O MÍSSIL

O Míssil Antirradiação é um míssil tático do tipo ar-superfície de médio alcance, podendo ser configurado para



FOTO: defence24.com

operar com guiagem semiativa ou passiva, realizando ataques a equipamentos de detecção ativa em sistemas de defesa antiaérea, sejam estes baseados em terra ou em plataformas marítimas, ou seja, é um míssil projetado para localizar e destruir fontes de sinais de radares.

## HISTÓRICO

No início da década de 1960, a empresa estadunidense *Texas Instruments* desenvolveu o primeiro míssil antirradiação, o AGM-45 SHIRE, que demonstrou ter muitas limitações principalmente quanto ao alcance e ao sistema de busca. Alguns anos depois, em meio à Guerra do Vietnã, os EUA chegaram a utilizar o AGM-78 STANDART, equipamento projetado pela *General Dynamics* para substituir o AGM-45 SHIRE.

O AGM-78 é dotado de ogiva autoexplosiva em sua cabeça de combate. A detecção de emissões fica a cargo de um equipamento MAGE, que realiza a interceptação eletrônica da fonte emissora. Nas versões mais modernas, dotadas de um circuito de memória, é possível realizar o ataque mesmo que a fonte tenha parado de emitir e passado a cumprir uma condição de silêncio eletrônico (CONSET). Este míssil ainda dota aeronaves israelenses até os dias atuais.

De 1974 até 1983, a *Texas Instruments* e a *Raytheon Company* desenvolveram, em parceria, um novo míssil, o AGM-88

HARM (*High-Speed Antiradiation Missile*), com o intuito tanto de equipar algumas aeronaves da Marinha (USN) e da Força Aérea (USAF) estadunidenses, quanto de comercializá-lo com países aliados, tais quais Alemanha, Espanha e Itália. Projetado para substituir o AGM-78 STANDART, o míssil tem sido menos utilizado que o anterior pelas nações que o detém, muito em função do elevado custo de aquisição, o que faz do míssil valioso demais para o emprego em conflitos de menor escala (locais). A última atualização deste míssil foi a versão AGM-88E AARGM (*Advanced Anti-Radiation Guided Missile*).

Em 2018, a *Orbital ATK* em parceria com a MBDA italiana iniciaram o desenvolvimento do Míssil Antirradiação Avançado AARGM-ER (*Advanced Anti-Radiation Guided Missile-Extended Range*). Trata-se de um *upgrade* para o Míssil Antirradiação de Alta Velocidade (AGM-88 HARM). O AARGM-ER incorpora um localizador ARH (*Anti-Radiation Homing*) digital avançado com melhor cobertura de frequências comparado ao HARM e com detecção e reconhecimento do alvo de forma autônoma, ou seja, não depende do Receptor de Alerta Radar (RWR) da aeronave. Com a internalização de um Sistema de Posicionamento Global/Sistema de Navegação Inercial (GPS/INS) ao míssil, o AARGM-ER incorporou soluções de ataque combinado, utilizando técnicas de radiofrequência ativa e passiva na fase terminal.

O míssil também possui um transmissor WIA (*Weapon Impact Assessment*) que fornece imagens de alta resolução do alvo por meio de um link via satélite segundos antes do impacto. O míssil dotará os F/A-18E/F e F-35C da USN, além do F-35A da USAF. Essa versão, que oferece melhorias de



FOTO: defence24.com

capacidades consideráveis em comparação com o HARM padrão, atualmente, também está em fase de testes de aceitação pelos US *Marine Corps* (USMC) e pela Força Aérea da Itália.

O míssil AARGM-ER possui sensores que operam nos modos passivo/semiativo além de ser supersônico, o que permitiria suprimir a defesa antiaérea inimiga, com a aeronave transportadora permanecendo fora do alcance da IADS (*Integrated Air Defense System*), bem como atacar alvos bem atrás das linhas inimigas com mínima exposição.

## BRASIL

Com intuito de dotar suas aeronaves com equipamentos modernos, a Força Aérea Brasileira (FAB) iniciou, em 1998, o programa para desenvolvimento de um míssil antirradiação (MAR) para equipar suas aeronaves A-1 (AMX). Tal desenvolvimento ocorreu no complexo tecnológico e científico da FAB, sediado em São José dos Campos. Em decorrência do sucesso obtido com os testes realizados pela FAB, em 2011, o Paquistão adquiriu um lote com dezenas de unidades do míssil, a fim de equipar seus caças JF-17 e Mirage III.

O projeto foi desenvolvido pela empresa brasileira Mectron Engenharia, fabricante de produtos de tecnologia para os mercados de Defesa e Aeroespacial. O MAR é empregado no contexto de Guerra Eletrônica (GE) na função de supressão da defesa antiaérea oponente.

Depois de disparado, o míssil sobe até 10 mil pés e começa a varrer a área do alvo antes de mergulhar. O motor possui 2 estágios, alcance de cerca de 25 km quando lançado de uma altitude de 10.000 metros e atinge uma velocidade entre *Mach* 0,5 e 1,2.

## CONCLUSÃO

O termo Guerra Eletrônica tradicionalmente tem sido associado, no meio militar naval, apenas ao uso de radares, à coleta de informações eletrônicas dos mesmos ou à execução

não letal de contramedidas (interferência). Entretanto, a tecnologia ampliou o uso do espectro eletromagnético, exigindo um enfoque muito mais amplo para o combate. A guerra atual considera o emprego de ampla faixa do espectro eletromagnético, de rádio a radares, de interferidores a armas guiadas a laser, de mísseis anti-radiação a munições guiadas eletronicamente, no intuito, não só de se conseguir, como de manter a superioridade.

Os vários conflitos (pontuais, regionais e globais) ocorridos ao longo dos últimos dois séculos reforçaram a importância de se dominar o espectro eletromagnético. Porém, o histórico de uma política externa que valoriza o diálogo, no Brasil, não exige a necessidade de assegurar às Forças Armadas o pleno domínio das incipientes tecnologias, sem o qual, as mesmas não estarão em condições de garantir a defesa do país. Portanto, desenvolver projetos tecnológicos, como o do Míssil Antirradiação, deve ser uma prioridade, a fim de continuarmos caminhando cada vez mais à independência tecnológica.

### Referências:

CAIAFA, R. Força Aérea Brasileira cancelou o Míssil Anti-Radiação MAR-1 (LAAD 2019). **Tecnologia & Defesa**, 2019. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/forca-aerea-brasileira-cancelou-o-missil-anti-radiacao-mar-1-laad-2019/>. Acesso em: 10 maio 2020

FAB: projeto do Míssil Antirradiação MAR-1 está suspenso. **Poder Aéreo**, 2019. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2019/04/15/fab-projeto-do-missil-antirradiacao-mar-1-esta-suspenso/>. Acesso em: 10 maio 2020.

FORÇA AÉREA dos Estados Unidos solicita informações sobre novo míssil anti-radiação para o F-35A. **AEROFLAP**, 2020. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/forca-aerea-dos-eua-solicita-informacoes-sobre-novo-missil-anti-radiacao-para-o-f-35a/>. Acesso em: 12 maio 2020.

INDEPENDENTE do nome, o HARM continua sendo uma arma letal. **Blog Tecno-Militar**, 2018. Disponível em: <https://tecnomilitar.wordpress.com/2018/05/02/independente-do-nome-o-harm-continua-sendo-uma-arma-letal/>. Acesso em: 5 maio 2020.

Míssil antirradiação. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%AAdssil\\_antirradia%C3%A7%C3%A3o](https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%AAdssil_antirradia%C3%A7%C3%A3o). Acesso em: 12 maio 2020.



# TROFÉUS OFERECIDOS PELO CAAML



CAAML

## TROFÉUS OPERATIVOS:

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

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

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

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

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



**TROFÉU DULCINECA:** Navio-Escola "Brasil"



**FIXO MAGE** - Fragata "Constituição"



**POSITICON**  
SO-OR Jorlene Gomes Ferreira



**UNO LIMA** - Fragata "Defensora"



**ALFA MIKE** - Fragata "Greenhalgh"

# OS RISCOS DA AUSÊNCIA DO FATOR HUMANO NOS PASSADIÇOS DOS NAVIOS NÃO TRIPULADOS



FOTO: breakingdefense.com

Capitão-Tenente GABRIEL MARQUES **SERRÃO**

Encarregado da Divisão de Operações do DIAsA - CAAML  
Aperfeiçoado em Eletrônica

## INTRODUÇÃO

**A** automatização de sistemas com o uso de Inteligência Artificial (IA) ou a opção do controle remoto de plataformas vem ganhando grande notoriedade em diversos segmentos mundo afora. Essas tecnologias têm o objetivo de gerar economias para as empresas com a redução de gastos em pessoal. Entretanto, no âmbito militar, observa-se outro fator importante: a não exposição de militares aos perigos inerentes a cada tipo de missão.

Um exemplo do que já vem ocorrendo nas marinhas de todo o mundo é a utilização das Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) a bordo de seus navios. A percepção das

vantagens da utilização desse tipo de veículo já é unânime em todos os países que o utilizam. A ausência de pessoal embarcado traz vários benefícios, tanto táticos quanto econômicos.

Neste viés, algumas empresas começaram a pensar na possibilidade do uso de veículos não tripulados para as vias marítimas. As vantagens econômicas atraem investimentos para os estudos nessa nova área de automação de veículos, pois a redução de custos é objetivo permanente das grandes empresas de navegação.

Ainda, no ambiente marítimo militar, pequenas embarcações autônomas já são utilizadas por diversas marinhas,



porém com o foco principal em contramedidas de minagem. Mas este uso restrito está prestes a mudar.

O congresso estadunidense autorizou, no início deste ano, a aquisição de dois Navios de Superfície não Tripulados (USV) pela marinha estadunidense (USN). A compra faz parte do Programa de Defesa para os Anos Futuros (FYDP), que projeta a obtenção de mais oito Navios Grandes não Tripulados (LUSV) ao longo de cinco anos.

A USN já iniciou a construção desses novos navios, que serão utilizados para coordenar ataques sincronizados, executar Comando e Controle (C2) em frotas de USV e realizar missões de alto risco, como operações antissubmarino, contramedidas de minagem, guerra de superfície e vigilância avançada. Os projetos iniciais desses novos navios focam, principalmente, em autonomia, resistência, navegação de precisão e C2.

Aparentemente, os projetos de USV trazem a promessa de melhor C2 no futuro, além de uma capacidade maior para integrar uma variedade de funções. Por exemplo, parece totalmente plausível que um novo LUSV (Figura 2) possa combinar busca submarina com contramedidas de minagem, C2 e ataque a navios de superfície. A utilização desses navios em Forças-Tarefa poderia permitir que navios tripulados operassem em áreas mais seguras. Além disso, USV podem aumentar extraordinariamente a capacidade de permanência de uma Força Naval.

Esses novos meios, além de não precisarem restringir o tempo de permanência na missão devido a fatores humanos, também poderiam transportar mais combustíveis e munições.

As outras características do Poder Naval (mobilidade, versatilidade e flexibilidade) também progredirão conforme a evolução destes meios.

### AUSÊNCIA DO FATOR HUMANO

A ausência de militares embarcados evita que os mesmos sejam expostos aos perigos, contudo esta ausência do fator humano comprometeria a segurança à navegação?

Fazendo um rápido comparativo com o setor aéreo, onde já se tem dados consistentes sobre a ausência do fator humano embarcado, o índice de acidentes das ARP é superior ao das aeronaves tripuladas, em grande parte causados por falhas mecânicas e elé-



FOTO: usa.austal.com

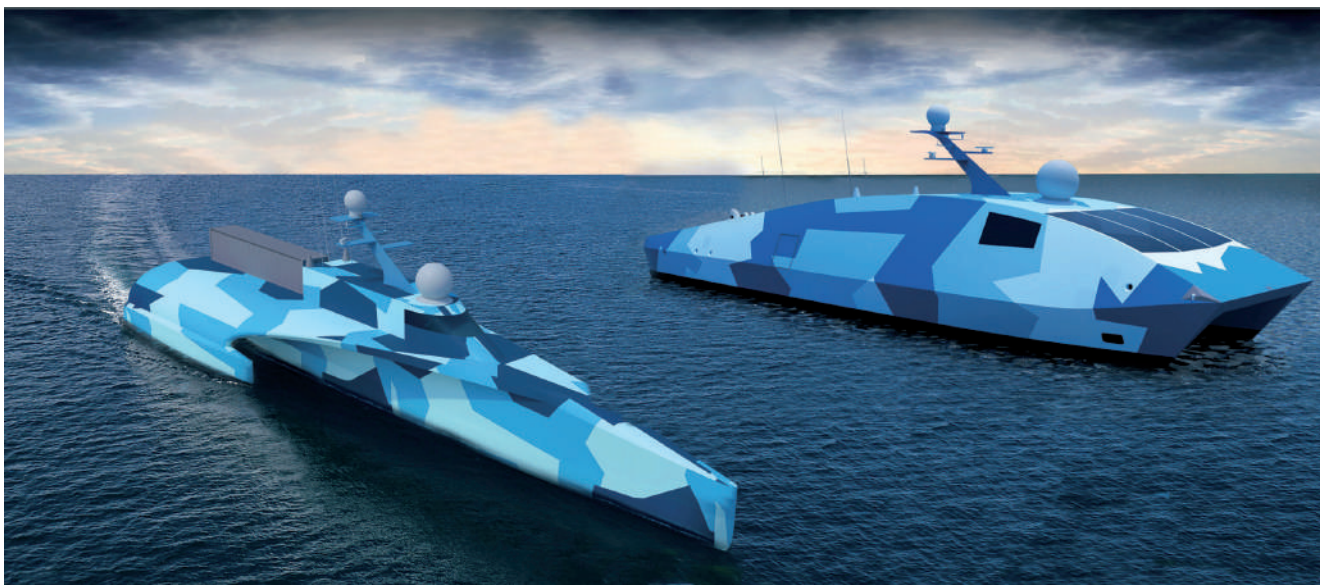


FOTO: usa.austal.com

tricas nessas aeronaves. Adicionalmente, percebe-se que o índice de acidentes aeronáuticos relacionados ao fator humano é também elevado influenciando em erros no pouso, dificuldades para identificar e reagir a avarias mecânicas e elétricas e a falta de habilidade dos pilotos.

Observa-se, ainda, que a motivação dos pilotos e o clima organizacional afetam bastante o fator humano. Controlar uma aeronave remotamente, de dentro de uma sala, não traz a mesma consciência situacional e senso de responsabilidade de se estar presente em um voo. Em uma área que sempre contou com o estímulo pessoal dos seus profissionais, essa perda de motivação gera grande preocupação e também inspira estudos sobre os acidentes.

## NAVIOS AUTÔNOMOS

Uma perspectiva dos projetos desses navios é que eles permaneçam completamente autônomos durante as grandes travessias, para isso eles deverão contar com o estado da arte da “Inteligência Artificial”.

Uma das dificuldades encontradas para a implantação da IA nas plataformas de superfície é a implementação do Regulamento Internacional para Evitar Abalroamento no Mar (RIPEAM) para um navio completamente autônomo. Embora o RIPEAM seja um documento adequado para orientar o comportamento humano, ele não é adequado para entrada direta em um sistema de controle de embarcações.



FOTO: usni.org

Na prática, muitas vezes, existem regras simultaneamente em vigor para uma mesma situação que venha a demandar uma ordenação de prioridade de decisão. É fato que isto é mais comum em águas “congestionadas”, como entrada e saída de porto. Entretanto, em mar aberto, os navios também passam por circunstâncias que requerem decisões com algum grau de complexidade.

Em muitas situações, também existem várias manobras distintas que satisfariam uma determinada regra. Os seres humanos são bons em lidar com regras conflitantes e capitalizar a flexibilidade dentro do regulamento, mas essas situações apresentam os desafios mais difíceis para o controle autônomo de navios.



## CONCLUSÃO

Independentemente de o navio ser completamente autônomo ou remotamente controlado, os riscos a terceiros tendem a aumentar com as USV. A ausência do “Oficial de Quarto” no passadiço inibe o “sentimento marinho” necessário para manobrar o navio em uma situação de risco. Além disso, assim como no caso das ARP, a consciência situacional do militar que controlará uma USV de dentro de uma sala distante da embarcação pode vir a ser comprometida.

A atenção necessária para a segurança durante o governo de navios deve ser intensa e constante, manter esse zelo será grande desafio a ser superado além da tecnologia a ser desenvolvida. Os desafios de se estar no passadiço durante um mar grosso ou durante uma manobra tática vêm motivando marinheiros do mundo inteiro ao longo dos séculos. Iniciais para adequar essa nova categoria de profissionais serão primordiais para evitar acidentes no mar.

Além disso, como visto anteriormente, embarcações completamente autônomas enfrentarão dificuldades com a implementação de IA. Uma situação de difícil manobra para evitar um abaloamento entre dois navios pode ser incrivelmente difícil para que uma máquina processe uma solução, mas é facilmente resolvida, por exemplo, quando a manobra pode ser combinada via VHF.

Por fim, a tendência é que as USV utilizadas pelas marinhas sejam sempre controladas à distância, tendo em vista a necessidade de uma rápida reação não apenas à uma situação de navegação complicada, mas também às situações que exijam o emprego de armamento para autodefesa. Já as embarcações da marinha mercante, a possível solução que vem sendo

estudada é que elas sejam controladas em entrada e saída de portos e fiquem completamente autônomas durante as navegações de longo curso.

### Referências:

- ABOTT, R. Navy directs MUSV, LUSV concept of operations. **Defense Daily**, mar. 2020. Disponível em: <https://www.defensedaily.com/navy-directs-musv-lusv-concept-operations/navy-usmc/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- BENJAMIM, M.; CURCIO, J.; LEONARD, J. **Navigation of unmanned marine vehicles in accordance with the rules of the road**. 2006. Disponível em: <http://www.robots.ox.ac.uk/~mobile/Papers/benjamin-icra-colregs-2006.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.
- COLE, C. **Will underwater drones bring a sea change to naval – and nuclear – warfare?** Drone Wars, 2016. Disponível em: <https://dronewars.net/2016/02/24/will-underwater-drones-bring-a-sea-change-to-naval-and-nuclear-warfare/>. Acesso em: 13 maio 2020.
- CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE. **Navy large unmanned surface and undersea vehicles: background and issues for Congress**, jul. 2020. Disponível em: <https://fas.org/sgp/crs/weapons/R45757.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.
- GAIN, N. US Navy issues request for LUSV/MUSV CONOPS development. **Naval News**, jan. 2020. Disponível em: <https://www.navalnews.com/naval-news/2020/01/us-navy-issues-request-for-lusv-musv-conops-development/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- KOIKAS, G; PAPOUSIDAKI, M; NIKITAKOS, N. New Technology trends in the design of autonomous ships, **International Journal of Computer Applications**, v. 178, n. 25, jun. 2019. Disponível em: <https://www.ijcaonline.org/archives/volume178/number25/koikas-2019-ijca-919043.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.
- MARITIME UNMANNED NAVIGATION TROUGHT INTELLIGENCE IN NETWORKS. The Autonomous Ship, **MUNIN**, 2016. Disponível em: <http://www.unmanned-ship.org/munin/about/the-autonomus-ship/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- OSBORN, K. Navy builds two new large surface attack drone ships, **Fox News**, fev. 2019. Disponível em: <https://www.foxnews.com/tech/navy-builds-two-new-large-surface-attack-drone-ships>. Acesso em: 13 maio 2020.
- PADILHA, L. Fator humano na operação de aeronaves remotamente pilotadas. **Defesa Aérea & Naval**, 2015. Disponível em: <https://www.defesaareanaval.com.br/aviacao/fator-humano-na-operacao-de-aeronaves-remotamente-pilotadas>. Acesso em: 15 maio 2020.



FOTO: oceanhub.com

# CAAML EM NÚMEROS

## SETOR DE CURSOS

Cursos 142  
Turmas 38  
Alunos 3.503

## NÚCLEO DE ENSINO A DISTÂNCIA

Cursos 12  
Turmas 4  
Alunos 602

## SETOR DE ADESTRAMENTOS

Adestramentos em Simuladores 477 Alunos 3.162  
Adestramentos de Combate a Incêndio 222 Alunos 3.552  
Adestramentos de Avarias Estruturais 67 Alunos 798

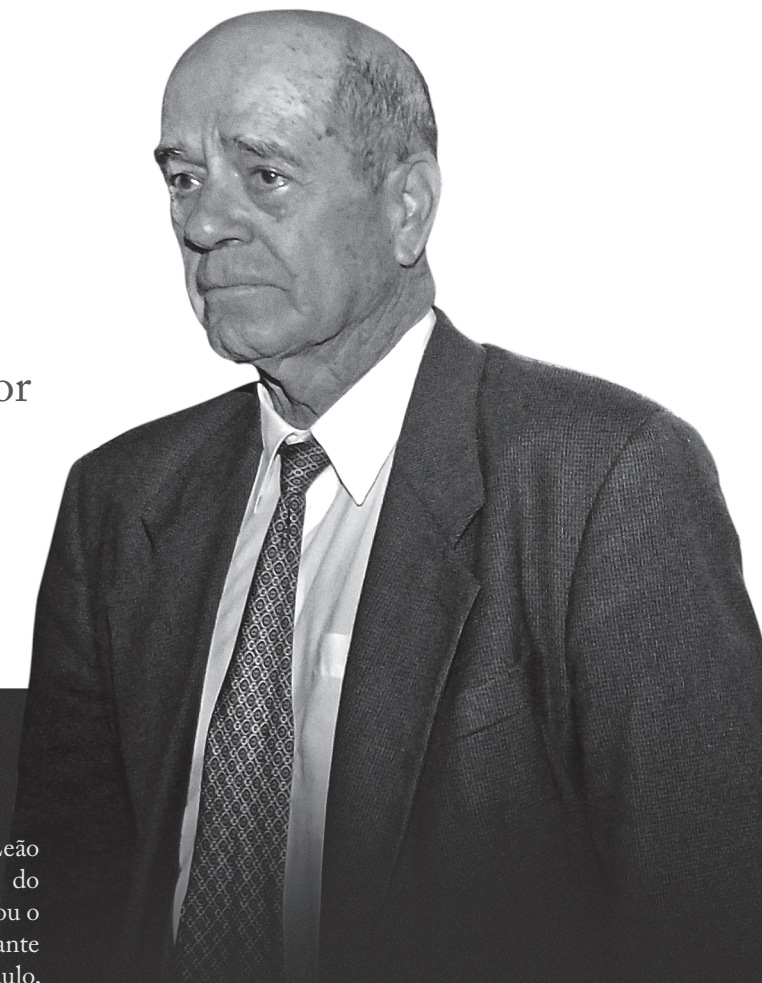
## TOTAL

Adestramentos 766 Alunos 7.512

OBS: Dados coletados de SET/2019 à AGO/2020

TRIBUTO *IN MEMORIAM* DO ALMIRANTE

## Waldemar Nicolau Canellas Junior



O Centro de Adestramento Marques de Leão (CAAML) dedica este espaço à honrosa lembrança do Almirante Waldemar Nicolau Canellas Junior, que deixou o nosso convívio em julho de 2018, aos 82 anos. O Almirante Canellas nasceu em 19 de agosto de 1936, em São Paulo, ingressando na Marinha pelo Colégio Naval, em 1952, sendo nomeado Guarda-Marinha, em 29 de dezembro de 1956, e promovido ao posto de Almirante de Esquadra, em 25 de novembro de 1994.

O Almirante Canellas, como Comandante deste Centro, entre os anos de 1985 e 1986, esteve à frente do processo de transferência definitiva do CAAML da Ilha das Cobras para sua nova sede no Complexo Naval de Mocanguê, em 03 de outubro de 1985, ficando, assim, mais próximo dos navios da Esquadra.

Neste mesmo ano, ainda sob seu Comando, o CAAML proveu treinamento de combate a incêndio para 3 mil alunos no Destacamento de Parada de Lucas, atualmente Grupo de Controle de Avarias. Além de comandar o CAAML, entre sete comandos exercidos, outras nobres funções foram desempenhadas pelo Almirante, como as de Ministro interino da Marinha, no governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso, entre os anos de 1997 e 1998 e de presidente do Tribunal Marítimo, no período de dezembro de 2000 a agosto de 2006.

Oficial virtuoso e inteligente, o Almirante Canellas deixou importantes legados de bons exemplos, dedicação à Marinha do Brasil e amor pela Pátria para as gerações vindouras. Que sua carreira naval bem-sucedida seja uma inspiração para todos os marinheiros da atualidade e para os que virão.





# MARINHA FORTE BRASIL SOBERANO



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