

GUERRA DE MINAS – Parte I

RENÉ VOGT*
Engenheiro

SUMÁRIO

Introdução
Histórico
O que torna as minas navais tão “atraentes”?
Tipos de meios empregados para minagem
Ambiente de Minagem
Minagem Ofensiva *versus* Defensiva
Tipos de Minas
Novas Doutrinas de Procedimento
Panorama dos navios de contraminagem
Novos navios de contraminagem
Novas perspectivas, requisitos e missões

INTRODUÇÃO

A guerra de minas é uma atividade naval antiga, e hoje muito sofisticada. Na mídia especializada, fala-se relativamente pouco sobre essa atividade, talvez por não ter a visibilidade de outras, realizadas por navios-aeródromos, fragatas ou submarinos. Devido às consequências gravíssimas que minas podem causar a um país atacado, preocupa-nos a falta de maior visibilidade e discussão aberta sobre esse tema de uma maneira mais ampla.

A mina fica oculta, é passiva e traiçoeira. Pode causar danos devastadores. A guerra de minas tem efeitos destrutivos poderosos sobre os navios e a economia de um país. Por isso deve ser especialmente temida e respeitada.

No decorrer dos últimos 80 anos, a guerra de minas tornou-se altamente especializada. Porém, atualmente, limitações orçamentárias de defesa na maioria dos países tendem a relegá-las a um segundo plano, embora o custo das minas geralmente seja relativamente mais

* Empresário e membro da Sociedade dos Amigos da Marinha de São Paulo (Soamar-SP). Colaborador frequente da *RMB*. Recebeu o Prêmio Revista Marítima Brasileira, em 2017, relativo ao triênio 2014-2016, como autor do artigo “Novo estudo de um escolta para a Marinha do Brasil”, publicado na *RMB* do 1º trimestre de 2015.

baixo do que o de outras armas e munições navais. Nos últimos 75 anos, desde a Segunda Guerra Mundial, as minas afundaram mais navios em conflitos armados do que qualquer outra arma naval.

A eficácia de um campo minado é enorme e pode alterar o quadro estratégico de uma guerra por tempo prolongado. Um campo minado demanda grande dispêndio de meios e recursos do lado “ameaçado”¹ para mitigar, pelo menos parcialmente, suas consequências.

Como o assunto é muito extenso, abordaremos os tópicos principais sem entrar em detalhes específicos. Falaremos sobre os navios de contraminagem (MCMVs)², veículos submarinos não tripulados (UUVs)³, helicópteros e tipos de minas existentes e seu emprego, além da evolução da tecnologia e das doutrinas. E tentaremos, ainda que precariamente, analisar os custos relacionados com a obtenção, operação e manutenção dos navios, armas, UUVs e atividades de contraminagem (MCM)⁴, pois as informações disponíveis são muito escassas.

HISTÓRICO

Há cerca de 200 anos surgiu a primeira ideia de construir uma mina naval, geralmente atribuída ao engenheiro norte-

-americano Robert Fulton. Desde a hora da criação da mina naval, as grandes Marinhas começaram a preocupar-se com a defesa contra esta arma traiçoeira. A importância da mina como arma de guerra naval mantém-se até hoje não só inalterada, como muito aumentada.

Tida como “a arma do homem pobre”, esta arma, inicialmente simples, tornou-se cada vez mais complexa desde a sua invenção, principalmente depois do final da Segunda Guerra Mundial. Hoje existem cerca de 300 tipos diferentes

Num mundo geopoliticamente incerto, a probabilidade de minagem de nossos portos, bases e rotas marítimas não pode ser descartada. A História ensina que o aliado de hoje pode ser o inimigo de amanhã

de minas. As minas mais simples reagem ao contato direto, e as mais sofisticadas têm sensores magnéticos, acústicos e de pressão hidrostática. Mais recentemente também passou-se a empregar a inteligência artificial.

A microeletrônica permitiu a fabricação de sistemas “inteligentes” que reconhecem assinaturas magnéticas, acústicas e de pressão pré-programadas, podem contar a passagem de um determinado número de navios antes da detonação e que usam algoritmos para administrar uma série de situações previsíveis. A miniaturização e o avanço da eletrônica levaram recentemente à criação de minas móveis e inteligentes que, a rigor, são UUVs que podem mudar de lugar autonomamente por comando remoto ou pré-programação.

1 Chamamos de lado “ameaçado” o país em cujo domínio o inimigo lançou minas.

2 MCMV: Mine Counter Measures Vessel – navios de contraminagem.

3 UUV – Unmanned Underwater Vehicle, ou veículo submarino não tripulado, que pode ser autônomo ou guiado remotamente.

4 MCM: Mine Counter Measures – atividades de contraminagem, ou contramedidas de minagem.

As minas aumentaram o nível de perigo quando consideramos que elas se tornaram não apenas armas dos Estados Nacionais, mas também já caíram em mãos de atores assimétricos ou terroristas. As minas do tipo IED⁵ em mãos terroristas são uma ameaça muito séria aos navios nos portos ou na barra à espera da atracação ou em bases navais.

Portos, águas interiores e costeiras são os pontos nodais do comércio mundial. O transporte marítimo viabiliza mais de 90% do comércio mundial de mercadorias. O comércio internacional é extremamente dependente da segurança das rotas de navegação e dos portos. A European Shipping and Port Organization (Espo) afirma que, sem os portos marítimos, a União Europeia simplesmente não conseguiria funcionar.

Sistemas de segurança segundo os códigos ISPS⁶ recomendam: a) vigilância contínua de superfície e subaquática de portos, costas e rotas de navegação; b) proteção de instalações *offshore* e parques eólicos; c) inspeção periódica subaquática nos portos de cascos de navios e cais de atracação; d) inspeção do fundo do mar, especialmente nos portos e instalação de barreiras de sensores subaquáticos para proteger alvos mais sensíveis como bases navais.

No Brasil, aparentemente, estamos seguros. Pelo menos assim pensamos. Porém, num mundo geopoliticamente incerto, a probabilidade de minagem de nossos portos, bases e rotas marítimas não pode ser descartada. A História ensina que o aliado de hoje pode ser o inimigo de amanhã⁷.

O QUE TORNA AS MINAS NAVAIS TÃO “ATRAENTES”?

Minas são a única arma naval capaz de provocar uma relativa alteração das condições geográficas de uma área marítima durante um conflito. A extensão suspeita ou declarada como possivelmente minada deve ser considerada como efetivamente minada

Minas têm grande valor para as Mari-nhas que operam em águas restritas, como um litoral recortado, controlam estreitos ou defendem águas rasas costeiras. Elas representam uma ameaça significativa para quaisquer navios ou submarinos. Podem ser lançadas de quase qualquer tipo de navio de superfície, submarinos, aviões de asa fixa e

helicópteros, ou por traineiras de pesca. A operação de lançamento de minas requer pouca experiência do pessoal envolvido.

Embora operações de lançamento sejam relativamente rápidas e de baixo custo, exceto quando feitas por submarinos ou aeronaves, suas localização, identificação, classificação e neutralização requerem em média dez vezes mais tempo, empregando meios altamente sofisticados e caros, e com grande risco para o pessoal embarcado.

5 IED: Improvised Explosive Devices.

6 ISPS: International Ship and Port Security Codes.

7 O chanceler da Prússia, Otto Von Bismarck, dizia: “Não existe amizade entre as nações, apenas interesses”.

Minas são relativamente simples, baratas e confiáveis, mas altamente destrutivas. Lançadas em águas rasas, forçam os navios a mudar de rota para águas mais profundas, onde podem entrar no campo ofensivo de submarinos inimigos à espreita, que naturalmente sabem onde suas próprias forças lançaram as minas de caráter ofensivo.

Uma vez lançada, a mina fica ativa ininterruptamente, dispensando manutenção e ameaçando as vítimas potenciais. Mesmo a simples suspeita da existência de um campo minado pode provocar resultados comparáveis àqueles da real existência de minas na área considerada.

Minas são a única arma naval capaz de provocar uma relativa alteração das condições geográficas⁸ de uma dada área marítima durante um conflito. Uma área suspeita ou declarada como possivelmente minada deve ser evitada a qualquer custo e considerada como efetivamente minada.

Um exemplo clássico⁹ dessa alteração das condições geográficas foi a barreira de minas defensiva que os alemães lançaram no Mar do Norte na Segunda Guerra Mundial, entre a Inglaterra e Alemanha/Dinamarca/Noruega na direção Norte-Sul, aproximadamente entre os meridianos 4,5°E e 6,0°E, desde as Ilhas Frísias até mais ou menos o paralelo passando

por Hanstholm, na Dinamarca.

Em 1940 esta faixa foi ampliada numa direção de aproximadamente 20° para Noroeste até a altura do paralelo que passa por Egersund, na Noruega. O propósito era proteger as rotas dos navios alemães contra a Royal Navy entre seus portos e os da Noruega e Suécia, onde obtinham principalmente minérios.

Na edição de novembro/2018 da *Proceedings*, do US Naval Institute, o Capitão de Fragata Christopher Nelson (US Navy) fala sobre a Operação Starvation¹⁰, de bloqueio dos portos e das rotas

marítimas em torno do Japão a partir de 1942. Foram lançadas mais de 12 mil minas com os aviões B-29 da Força Aérea dos Estados Unidos da América (United States Air Force – Usaf), cortando o suprimento de carvão, petróleo, alimentos e toda sorte de matérias-primas, com consequências

catastróficas para a população e a indústria japonesas.

O *Strategic Bombing Survey* estimou que mais de sete milhões de civis teriam sucumbido à fome se a guerra contra o Japão se prolongasse por mais um ano a partir de agosto de 1945.

A dificuldade de limpar uma área minada foi demonstrada com o término da Guerra do Golfo Pérsico, em 1991,

Em 1991, um grupamento internacional com mais de 50 navios de contraminagem (MCMVs), navios de apoio e helicópteros levou cerca de seis meses para limpar a área marítima minada nas costas do Iraque e Kuwait

8 Como condição geográfica entendem-se as rotas marítimas, traçadas em função da geografia propriamente dita, mas sendo esta alterada com o lançamento das minas, ou seja, alterando ou mesmo impedindo a navegação.

9 Observação do autor extraída da revista *Schiff Classic* 5/2016. p. 51.

10 Operation Starvation: Operação Fome.

quando um grupamento internacional com mais de 50 navios de contraminagem (MCMVs), navios de apoio e helicópteros levou cerca de seis meses para limpar a área marítima minada nas costas do Iraque e Kuwait. As minas lançadas por Sadam Hussein eram de caráter defensivo sob sua ótica, mas tornaram as forças de coalisão o lado “atacado”.

TIPOS DE MEIOS EMPREGADOS PARA MINAGEM

Minas podem ser lançadas por quase qualquer navio de superfície, submarinos ou aeronaves, navios comerciais, de pesca, ou por outros navios de pequeno porte. Navios de superfície são normalmente utilizados para a minagem defensiva. Eles têm como vantagem, em relação a submarinos ou aeronaves, a grande autonomia e capacidade de carga.

Navios de superfície são também os meios que oferecem a maior precisão na localização das minas lançadas. Porém são lentos. Não podem empreender uma ação de minagem ofensiva acobertada, pois são vulneráveis a ataques por mar ou ar a partir da costa inimiga. Também não podem ser utilizados para uma ação de reminagem numa área previamente minada.

Submarinos são mais eficazes para lançar minas em áreas marítimas controladas pelo inimigo, podendo ser utilizados para a minagem ofensiva sem serem detectados. Podem transportar um número maior de minas do que aeronaves e aproximar-se de portos ou bases inimigas de forma furtiva e fazer um reconhecimento do tráfego marítimo para lançar minas nos locais mais apropriados.

Aeronaves de asa fixa são os meios preferidos para a minagem ofensiva. A grande vantagem dos aviões em relação aos demais meios são sua velocidade, raio de ação relativamente longo, tempo de reação curto, flexibilidade, aproximação da área-alvo de qualquer direção. Podem lançar minas em qualquer área e são invulneráveis às minas defensivas inimigas.

Aviões também podem empreender uma ação de reminagem¹¹ numa área minada sem serem ameaçados pelas minas previamente lançadas na área-alvo. Isso inclui águas interiores, lagos, rios e estuários, onde nem submarinos ou navios teriam chance de penetrar. As desvantagens são a grande imprecisão no lançamento das minas e de não terem a possibilidade de passar despercebidos pelas defesas antiaéreas do inimigo.

AMBIENTE DE MINAGEM

O ambiente físico marítimo tem grande influência na escolha do tipo de mina a ser empregado e sua eficácia. As variações das profundidades do mar definem o tamanho e onde as minas podem ser utilizadas. Se a mina ficar funda demais, navios poderão passar sem sofrer danos significativos com uma eventual explosão.

No caso oposto, águas rasas demais reduzem o raio de ação lateral da explosão de uma mina. Águas rasas demandam maior densidade de minas numa mesma área. A minagem em águas rasas cria um problema adicional devido à variação das marés, podendo expor as minas ou deslocá-las para uma posição indesejada.

Genericamente, as profundidades são assim divididas: área de arrebem-

¹¹ Reminar significa lançar novas minas numa área que já foi previamente minada pelas próprias forças.

tação com 3 metros na preamar; muito rasas, entre 3 m e 12 m; rasas, entre 12 m e 25 m; profundidade intermediária, entre 25 m e 305 m; e águas profundas, além de 305 m.

As características do fundo do mar determinam se e o quanto uma mina poderá ficar enterrada, ou se um fundo “duro” e acidentado, com crateras, corais, pedras ou grandes bancos de areia poderá camuflar as minas. Um fundo firme com superfície macia favorece o emprego de minas de fundo porque evita seu deslocamento. A presença de taludes pode fazer com que a mina de fundo escorregue para outra posição, o mesmo ocorrendo com minas de fundeio, onde a poita da mina pode deslizar talude abaixo.

Fundos arenosos, espessos ou lamacentos podem enterrar as minas de fundo, tornando-as muito mais difíceis de serem detectadas. Minas de influência magnéticas enterradas nada sofrem com esta situação, mas minas de influência acústica ou de pressão hidrostática têm sua sensibilidade prejudicada.

MINAGEM OFENSIVA *VERSUS* DEFENSIVA

Os objetivos no emprego de minas podem ser de caráter ofensivo ou defensivo. A minagem ofensiva é normalmente conduzida em águas controladas pelo inimigo, e a minagem defensiva é conduzida nas águas do país ameaçado e nas de seus aliados, ou em áreas de disputa pelo controle marítimo.

O objetivo principal da minagem ofensiva é prejudicar o movimento dos navios militares, comerciais e submarinos do inimigo, bloqueando estreitos e acessos a suas bases navais e seus portos. A interrupção da navegação

costeira impõe uma pesada tarefa às forças de contraminagem do inimigo, gerando efeitos psicológicos adversos de longa duração nas tripulações. O propósito maior é prejudicar as linhas de abastecimento do oponente.

A minagem defensiva é conduzida para proteger as próprias águas costeiras, bases navais, portos e rotas de navegação das frotas navais e comerciais do país ameaçado e dos seus aliados, mantendo as forças inimigas distantes e garantindo canais de navegação seguros cujas informações são, obviamente, secretas.

Uma barreira de minas é definida como sendo a soma do conjunto de minas avulsas, bancos e linhas de minas. Lançar minas avulsas requer um esforço mínimo. O banco de minas é constituído por um pequeno número de minas lançadas numa área de aproximadamente meia milha náutica quadrada. A linha de minas pode variar em comprimento entre meia e três milhas náuticas, e o espaçamento entre elas é menor do que um quarto de milha náutica.

As barreiras de minas defensivas em águas costeiras próprias podem ser defendidas por baterias costeiras de artilharia e mísseis, dificultando a ação das forças de contraminagem e varredura do inimigo. Aquelas que ficam além do alcance dessas defesas podem ser defendidas por aeronaves baseadas em terra ou pequenos navios de patrulha, que naturalmente conhecem a localização das próprias minas de defesa.

TIPOS DE MINAS

Atualmente existem cerca de 300 tipos diferentes de minas. Segundo estimativas dos especialistas, o arsenal mundial tem um estoque com mais de 250 mil minas. Cerca de 30 países as

fabricam, e destes aproximadamente 20 são exportadores. Os especialistas admitem que em torno de 50 países possuem minas de todos os tipos.

As minas mais antigas e difundidas são as de fundeio. São esferas fabricadas em chapa de aço que podem conter até 1 tonelada de explosivo. A detonação ocorre por contato direto com as “antenas” localizadas em sua superfície. São utilizadas tanto contra navios como submarinos, sendo fundeadas em profundidades variadas.

As minas de fundo são de vários tipos e formatos. Podem detonar pela alteração do campo magnético, influência acústica ou pressão hidrostática provocadas pela passagem de navios. Desenvolvimentos tecnológicos, como os processadores digitais, tornaram as minas mais “inteligentes”. Os detonadores ficaram mais sensíveis e seletivos, sendo possível programar-se a combinação dos diversos tipos de assinaturas, iludindo as contramedidas dos caça-minas ou varredores não tripulados.

Minas magnéticas são equipadas com medidores da intensidade do campo magnético, que reagem não somente ao campo magnético gerado por um navio, mas aferem também as alterações do campo magnético terrestre no local. Minas com detonadores acústicos têm sensores que reagem mais seletivamente, devido a transdutores com bandas de frequência mais estreitas, que podem ser programados para assinaturas acústicas específicas.

Os sensores de detonação por pressão hidrostática são programados para disparar a mina somente quando o alvo “valer a pena”. Navios de deslocamentos diferentes em profundidades variadas não produzem pressões hidrostáticas iguais. Assim seleciona-se

que tipo e tamanho de navio se pretende atingir como alvo.

Mais recentemente foram desenvolvidas minas que se autoenterram na areia ou na lama, tornando sua localização ainda mais difícil. Podem ser fabricadas com materiais plásticos, tornando-as insensíveis à varredura magnética. Possuem microprocessadores programáveis que podem engendrar sua autodestruição quando detectadas, tornando a eventual intervenção de mergulhadores impensável.

NOVAS DOUTRINAS DE PROCEDIMENTO

A mina não pode ser avaliada como um dispositivo isolado. A variedade de tipos de minas em tamanho, forma e material obriga sua avaliação no contexto do complexo ambiente subaquático marinho. Nas proximidades de costas, leitos com pedras e rolados servem de camuflagem natural para as minas, fundos moles as “engolem”, e a areia combinada com os movimentos das marés pode soterrar ou deslocar as minas.

Esses efeitos combinados, características diferentes de salinidade e temperatura das camadas de água (que influem negativamente sobre a propagação das ondas de sonar), o estado do mar e o lixo causam grande fadiga e estresse nas tripulações a bordo durante as missões de contraminagem. Poderá haver minas que permanecerão não detectadas. Elas “escapam” da busca, permanecendo ativas, e reagirão ao primeiro contato com um navio ou submarino.

A ocultação das minas e a dificuldade em detectá-las influem claramente na doutrina de trabalho em manter as tripulações e os meios longe do perigo o

máximo possível. Desse princípio surgiu a primeira doutrina moderna: *Hunt where you can, sweep where you must*.¹²

Nos últimos 15 anos houve um forte desenvolvimento de UUVs, de muitos tipos e marcas, utilizados para localizar, identificar, classificar e neutralizar minas de todos os tipos. No caso de um veículo operado remotamente (ROV)¹³, com conexão a cabo ao navio-mãe, a operação é controlada continuamente e a transferência de dados é feita em tempo real.

Quando veículos autônomos submarinos (AUV)¹⁴ operam não conectados ao navio, os dados obtidos por eles só são recuperados após o seu retorno a bordo, ou por transmissões quando emergem em intervalos programados. Em ambos os casos, as coordenadas das minas

localizadas (ou objetos suspeitos) são introduzidas num tipo de ROV dedicado a detonar minas. Este pode ser de dois tipos: descartável ou o que deposita carga explosiva na mina identificada e se retira para uma distância segura antes da detonação.

No início de uma missão de contraminagem, o oficial responsável pelo planejamento dos procedimentos é confrontado com desafios como tempo escasso, nenhuma informação e perigo desconhecido. Mas um levantamento eficiente com um ROV ou AUV pode reconhecer o perigo e classificá-lo, facilitando o trabalho da tripulação.

Para manter os tripulantes a salvo de riscos desnecessários, surgiu a segunda doutrina moderna: *Unmanned where you can, manned where you must*¹⁵.

No âmbito mais amplo das missões de contraminagem, a primeira deve ser de caráter preventivo, ou seja, a vigilância contínua das áreas marítimas críticas ou sensíveis. Prevenir é sempre uma medida eficaz, e a um custo menor.

A vigilância ostensiva é parte das várias missões de qualquer meio naval ou aéreo em patrulha nas águas de soberania e interesses nacionais. Em alguns casos especiais, como bases navais, sonares dedicados fixos tornam-se indispensáveis para a defesa contra UUVs ou mergulhadores furtivos inimigos.

No âmbito mais amplo das missões de contraminagem, a primeira deve ser de caráter preventivo, ou seja, a vigilância contínua das áreas marítimas críticas ou sensíveis. Prevenir é sempre uma medida eficaz, e a um custo menor

12 *Hunt where you can, sweep where you must*: “Cace onde puder, varra onde for preciso”. Caçar minas vem a ser o emprego de diversos tipos de UUVs e sensores a bordo do navio-mãe para localizar, classificar e destruir minas, sem entrar no campo minado. Varrer minas é o emprego de dispositivos mecânicos rebocados que cortam suas amarras, fazendo-as flutuar para serem destruídas com artilharia. A varredura também pode ser feita com geradores de ruído que simulam hélices de navios. Obriga o navio (ou UUV) varredor adentrar o campo minado.

13 ROV – Remotely Operated Vehicle, operado de bordo com cabo de fibra ótica umbilical.

14 AUV – Autonomous Underwater Vehicle, opera geralmente sem conexão em tempo real com o navio-mãe.

15 *Unmanned where you can, manned where you must*: não tripulado sempre que possível, tripulado quando necessário ou inevitável.

A vigilância preventiva e rotineira possibilita detectar possíveis ações de minagem engendradas pelos potenciais inimigos, mesmo em tempos de paz. Eventuais minas lançadas por oponentes precisam ser localizadas, recuperadas e analisadas o mais rápido possível, para que se possam definir tempestivamente as ações defensivas mais adequadas.

PANORAMA DOS NAVIOS DE CONTRAMINAGEM

Muitos navios de contraminagem terão alcançado o limite de sua vida útil até 2030. A obtenção de novos navios com a incorporação das tecnologias de contraminagem modernas demanda planejamento a curto prazo.

Os novos conceitos estão sendo examinados pelo grupo Nato – Defence Planning Process e pela agência EDA – European Defence Agency, no âmbito do Maritime Mine Countermeasures – New Generation (MMCM-NG) Project.

Esse projeto MMCM-NG está sendo desenvolvido conjuntamente pela Alemanha, Bélgica, Estônia, Holanda, Noruega e Suécia, com o propósito de elaborar os novos *Common Staff Requirements*¹⁶ da forma mais racional possível¹⁷.

Outro programa, o Nato – Smart Defence Initiative¹⁸, engendrou um projeto altamente prioritário, sob direção da Dinamarca, denominado *Mission Modularity for MCM* (MM MCM, SD 1.38). O projeto deve examinar

a viabilidade de módulos dedicados de contraminagem para emprego em qualquer tipo de navio disponível para operações multinacionais.

A US Navy também segue uma doutrina parecida e mais radical: pretende empregar unicamente módulos MCM a partir de qualquer navio em detrimento dos navios de contraminagem especializados. Esse requisito deriva de suas características de *Expeditionary Navy*. Mas, no caso dos módulos destinados aos LCS¹⁹, houve grandes atrasos devido a imprevistos e decisões equivocadas.

O conceito de ações *stand-off*²⁰, que vem sendo desenvolvido em várias Marinhas, como acima mencionado, não deve significar o fim dos navios MCMV dedicados. Algumas Marinhas não estão dispostas a abrir mão desses navios especializados. Sempre que houver dúvidas quanto aos riscos operacionais numa área minada ou suspeita, os navios de contraminagem serão imprescindíveis para a consecução da missão de desminagem.

NOVOS NAVIOS DE CONTRAMINAGEM

A totalidade dos navios atualmente em serviço é de monocasco, geralmente em GRP – *Glass Reinforced Plastic* ou madeira, alguns destes revestidos de fibra de vidro, como a classe *Avenger*, da Marinha dos Estados Unidos da América (United States Navy – USN). A exceção

¹⁶ *Common Staff Requirements*: Requisitos de Estado-Maior Comuns.

¹⁷ A racionalidade tem por propósito padronizar equipamentos e as operações, reduzindo custos de obtenção, operação e manutenção. Se, num dado teatro de operações, os meios de uma única Marinha forem insuficientes, a combinação entre meios de duas ou mais Marinhas fica mais fácil e eficaz.

¹⁸ *Smart Defence Initiative*: Iniciativa de Defesa Inteligente.

¹⁹ LCS : *Littoral Combat Ship*.

²⁰ *Stand-Off*: Manter os navios e os tripulantes fora ou longe da área de risco.

são os navios MCM da Marinha alemã, construídos em aço não-magnético²¹.

A Marinha da Polônia incorporou recentemente o primeiro de três navios novos da classe *Kormoran*, também construídos em aço não-magnético. Na edição III/2019 da *Naval Forces*, vemos que a Abeking & Rasmussen, da Alemanha, vendeu dois novos MCMV de 62 m em aço não-magnético à Marinha da Indonésia.

Fundamental para a operação com estes navios de contraminagem é o cuidado com suas assinaturas magnéticas e acústicas. Outras questões essenciais são a boa agilidade de manobra e a precisão de posicionamento com auxílio de GPS²² e *bow thrusters*²³ em combinação com seus hélices.

Normalmente, os navios de contraminagem são lentos e têm baixa autonomia. Como a maioria é empregada em águas costeiras, isso não constitui problema maior. No caso de Marinhas expedicionárias que operam no mundo todo, como a US Navy, o deslocamento destes meios para outros teatros de operação distantes demanda afretamento de navios de transporte especiais e caros.

A maioria dos navios de contraminagem atualmente em serviço precisará ser substituída por uma nova geração de navios. Considerando um ciclo de vida de 30 anos, os especialistas navais preconizam a necessidade de substituir este legado da Guerra Fria nos próximos 10 a 15 anos.

Com orçamentos militares cada vez mais apertados e os custos de projeto e construção em ascensão, além da rápida evolução da tecnologia de sis-

temas autônomos para caçar minas, deverá haver uma inevitável redução do número de navios de contraminagem dedicados em geral.

A grande necessidade por novos navios situa-se nos países europeus membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan) e da European Defense Agency (EDA). Todos trabalham sob a égide do *Maritime Mine Countermeasures – New Generation (MMCM-NG) Project* no Nato Defence Planning Process, que precisa de navios modernos, equipados com sistemas não tripulados, autônomos ou remotamente controlados.

Com o desenvolvimento da tecnologia e sofisticação das minas, os métodos de caça e destruição também precisaram acompanhar o ritmo dessa evolução. O foco principal dos europeus e americanos nas pesquisas e desenvolvimento são os UUVs – Unmanned Underwater Vehicles, hospedados e guiados pelo navio-mãe.

Os navios são divididos em várias categorias. Segundo a classificação da Otan, temos as siglas MB, MS, MD e MI para navios varredores – *mine sweepers*, seja com dispositivos mecânicos, acústicos ou magnéticos, adentrando a área minada.

Os mais modernos são os MH – navios caça-minas, ou *mine hunters*. Estes utilizam um sonar de casco complementado por vários tipos de UUVs e USVs²⁴ equipados com sensores e sonares. A tabela nº 1 ilustra a situação atual da maioria das frotas de navios de contraminagem. A base refere-se ao ano 2017 (Ref.22).

21 Este tipo de aço é o mesmo empregado na construção dos cascos de submarinos.

22 GPS = Global Positioning System.

23 Hélices na proa encaixados no casco de fluxo transversal.

24 USV : Unmanned Surface Vessel.

País	Classificação	Número	Incorpor.	Desloc(ton)	Compr (m)	B o c a (m)	Calado(m)
Alemanha	MH	9	1993/2001	600	54,4	9,2	2,5
	MS	4	1994	600	54,4	9,2	2,5
	MD	5	1989/2001	590	54,4	9,2	2,5
Austrália	MH	6	1999/2002	720	52,5	9,9	3,0
	MS	2	1982	245	29,6	8,4	3,6
Bélgica	MH	6	1985/1990	595	51,6	9,0	2,5
China	MH	13	2007/2016	610	65,0	10,0	n.d.
	MS	5	2005/2013	600	57,5	9,3	2,7
	MS	16	1988/2007	310	44,8	6,2	2,3
	MB	13	1961/1989	590	59,0	8,5	2,2
Dinamarca	MS	4	1995/2000	125	26,5	7,0	2,2
Espanha	MH	6	1999/2004	580	54,9	10,7	2,5
	MC	1	1979	1.500	88,9	10,4	3,7
Finlândia	MH	3	2009/2013	680	52,4	9,9	3,1
	MS	13	1974/1984	090	31,7	6,9	2,0
França	MH	11	1984/1996	610	51,5	8,9	3,8
	MC	4	1986/1987	490	41,6	7,5	3,2
	MH	3	1994/1995	340	28,3	7,7	3,8
Grécia	MH	4	1986/1995	750	60,0	9,9	3,4
	MS	3	1963/1968	380	44,3	8,3	2,6
Holanda	MH	6	1985/1989	595	51,5	8,9	2,5
Inglaterra	MH	8	1984/1988	750	60,0	9,9	3,4
	MH	7	1999/2001	465	52,7	10,5	2,1
Itália	MH	8	1992/2013	697	52,5	9,9	3,0
	MH	2	1986	520	50,0	9,6	2,6
Japão	MH	12	1998/2007	620	57,5	9,4	3,0
	MH	6	1993/1996	600	57,7	9,4	2,5
	MD	2	1990/1993	600	57,7	9,4	2,5
Noruega	MH	3	1993/1995	375	55,2	13,6	2,5
	MS	3	1996/1997	375	55,2	13,6	2,3

Rússia	MH	2	1988/1994	1.150	66,5	11,0	3,5
	MH	1	2009	822	67,0	10,2	3,0
	MH	22	1974/1998	430	49,0	8,8	2,7
	MH	8	1987/1996	100	31,5	6,5	1,6
	MB	10	1973/1989	804	n.d.	n.d.	n.d.
	MS	2	1971/1982	90	24,6	5,8	1,5
	MS	4	1992	62	25,8	4,5	2,3
	MS	1	1976	315	43,0	7,2	1,5
	MS	5	1988	100	26,2	4,2	1,9
	MS	1	1973	1.889	58,9	13,0	5,1
Singapura	MH	4	1994/1996	360	47,5	9,6	2,3
Suécia	MH	5	1986/1996	360	47,5	9,6	2,3
	MS	4	1997	205	36,0	7,9	2,0
	MS	1	2002	38	18,2	4,3	1,3
	MS	5	1983/1992	26	18,0	6,0	1,6
Turquia	MH	6	2005/2009	715	54,5	9,7	2,6
	MH	5	1973	495	50,9	8,9	2,5
	MS	5	1967	400	44,3	8,3	2,6
	MS	4	1968	249	34,0	7,1	3,0
	MS <i>Dalgıç</i>	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
USA	MB <i>Avenger</i>	13	1987/1993	1.312	68,4	11,9	3,5
	MH <i>Osprey</i>	12	1996				

Tabela 1 – Situação das frotas de navios de contraminagem (Ano 2017)

Notação da Otan: MH = *Mine Hunter*; MD = *Mine Sweeper/Drone Guidance*; MS = *Small Mine Sweeper*; MB = *Large Mine Sweeper*; MC = *Mine Countermeasures Support Ship*; MI = *Mine Sweeper Inshore*.

NOVAS PERSPECTIVAS, REQUISITOS E MISSÕES

Na época da guerra do Golfo Pérsico, em 1991, as Marinhas dispunham de um número de MCMV bem maior do que atualmente. O aprestamento das tripulações era elevado pelo fato de haver um

grande número de atividades reais, além dos exercícios rotineiros mais frequentes. Entretanto, o número de MCMV vem sendo paulatinamente reduzido.

A necessidade de se manter a capacidade de contraminagem e o aprestamento dos tripulantes não é questionada por Marinha alguma. Porém as restrições

orçamentárias e a redução da atratividade pela carreira naval (por exemplo, na Europa e no Japão) desafiam as Marinhas a manter o efetivo e desenvolver esta atividade altamente especializada.

A disposição dos comandos das Marinhas em assumir riscos tanto para as tripulações como para os poucos e caros meios disponíveis vem diminuindo continuamente desde a Segunda Guerra Mundial. Trata-se de um processo de cunho moral e político irreversível. Daí resultam padrões de segurança cada vez mais rígidos e soluções técnicas mais complexas. Os reflexos são elevadas exigências na formação e no treinamento das tripulações. Custos gerais mais elevados são a consequência dessa situação.

O foco principal das Marinhas em geral na obtenção dos futuros navios de contraminagem dedicados pode ser resumido nos seguintes requisitos:

- a) proteção melhorada contra os efeitos das explosões de minas para o pessoal embarcado e para os sistemas a bordo;
- b) alto desempenho dos sistemas nos quesitos de disponibilidade, confiabilidade, precisão e eficiência durante o levantamento de áreas minadas ou suspeitas;
- c) capacidade de deslocamento melhorada, visando a velocidade mais elevada, maior raio de ação e autonomia e melhores qualidades náuticas; e
- d) redução de custos de obtenção, operação e manutenção.

Os três primeiros requisitos parecem ser contraditórios em relação ao quarto.

Requisitos cada vez mais exigentes levam, conseqüentemente, a uma elevação de custos. Alto grau de proteção contra choques, baixas assinaturas,

velocidades mais altas, maiores raios de ação e boas qualidades náuticas resultam em navios com maior deslocamento. Sistemas de missões de alto desempenho a bordo são sofisticados e caros. A consequência é a elevação dos custos de obtenção, operação e manutenção, resultando na redução do número de navios obtíveis diante das crescentes restrições orçamentárias.

Uma possível solução seria analisar os requisitos mencionados, no sentido de baixo para cima. Navios com custos de obtenção, operação e manutenção relativamente baixos devem ter as menores dimensões possíveis e ter uma tripulação reduzida, idealmente configurados para vários tipos de missão. É difícil equacionar a relação de custo *versus* desempenho.

Um exemplo dessa abordagem foi o programa de obtenção de cinco navios *Swath*²⁵ de 25 m multifuncionais pela Marinha da Letônia, dentro do princípio *Design to Budget*. O mesmo tipo de navio foi obtido pela Marinha da Estônia para missões hidrográficas. Os módulos de equipamentos disponíveis para essa classe permitem a consecussão de missões como contraminagem, busca e salvamento (SAR)²⁶, guarda costeira, polícia e hidrografia.

Como neste artigo estamos tratando de missões de contraminagem, destaca-se como vantagem do *Swath* o fato de ser inteiramente construído em alumínio, reduzindo a assinatura eletromagnética. A baixa assinatura acústica e o pequeno volume submerso reduzem a pressão causadora de explosões subaquáticas. Trata-se de um meio que, em vez de ter um casco, possui dois flutuadores submersos com formato de torpedo, praticamente sem

25 SWATH: Small Waterplane Area Twin Hull, estaleiro Abeking & Rasmussen.

26 SAR: Search And Rescue – busca e salvamento.

plano de flutuação, diminuindo muito a ação do mar sobre o navio e vice-versa.

Contrastando com os tradicionais monocascos, a arquitetura peculiar do *Swath* não é nova e vem sendo empregada pela US Navy desde o Programa Surtass²⁷ durante a Guerra Fria. Atualmente a US Navy opera navios tipo *Swath* como o *T-AGOR-26 Kilo Moana*, arrendado à University of Hawaii Oceanographic Research. Outra classe similar, com cinco

navios, serve para missões tipo *Ocean Surveillance*, destacando como exemplo o *T-AGOS-23 Impeccable*.

As praticagens de Houston (EUA) e da Alemanha, Bélgica e Holanda os utilizam. O Ministério da Defesa e Alfândega/Polícia de Fronteiras da Alemanha também utiliza navios tipo *Swath* para vários tipos de missão. Outro exemplo é o Japão, cujo navio *Kaiyko* faz parte da agência Jamstec²⁸.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<GUERRAS>; Guerra de Minas; Guerra Aeronaval;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Annati, Massimo, CA (Ref.), Marina Italiana, *Naval Forces* III/2011.
 Annati, Massimo, CA (Ref.), Marina Italiana, *Naval Forces* IV/2012
 Dean, Sidney E., Capt. (Ret.), USN, *Marine Forum* 3/2017.
 Dean, Sidney E., Capt. (Ret.) USN, *Marine Forum* 4/2013.
 Friedman, Dr. Norman, USN War College, *Naval Forces* I/2015.
 Gedächens, Ingo, *Marine Forum* 10/2012.
 Government Accountability Office, US Congress: doc GAO/NSIAD-96-104 Navy Mine Warfare
 Haake, Thomas, CMG (Ref.), Marinha da Alemanha, diretor Abeking&Rasmussen, *Marine Forum* 5/2014.
 Hooton, Ted, *Marine Forum* 10/2014.
 Hornfeld, Willi, *Marine Forum* 7/8-2007.
 Ilan, Andrew S., *Naval Forces* IV/2017.
 Kauchak, Marty: Capt. (Ret.) USN, *Naval Forces* III/2016.
 Kleinert, CF-Günter, Marinha da Alemanha, encarregado da Seção Rü VII 3 (armamento) do Ministério da Defesa, *Marine Forum* 5/2009.
 Kratzmann, CA (Ref.) Jürgen, Marinha da Alemanha, editor de Marine Forum, *Marine Forum* 4/2013.
 Rings, Stefan, CF, Marinha da Alemanha, Lotado no Marinekommando, Responsável por Guerra de Minas no Departamento de Planejamento/Concepção, *Marine Forum* 1,2-2017.
 Schütz, Dipl. Ing. Heinrich, Primeiro Diretor do BWB (hoje BAAINBw) e até 2003 chefe da Divisão de Projetos Navais, *Marine Forum* 4-2006.
 Toremans, Guy, *Naval Forces* IV/2015.
 Toremans, Guy, *Naval Forces* I/2016.
 Vego, Dr. Milan, US Naval War College, *Naval Forces* III/201.
 Wernstedt, Jürgen, *Marine Forum* 7/8-2007.
 Wever, Dr. Thomas, Departamento de Pesquisa para Propagação do Som na Água e Geofísica do WTD-71, Ministério da Defesa da Alemanha, *Marine Forum* 12-2014.
 Weyers Flotten Taschenbuch 2013/2015 (Warship Fleets Handbook).

27 SURTASS – *Surveillance Towed Array Sensor System*, utilizado para rastrear submarinos soviéticos no Atlântico Norte durante a Guerra Fria.

28 Jamstec: Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology.