

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC EMANUEL MARQUES DA SILVA ALVES

MEIOS DE SUPERFÍCIE AUTÔNOMOS:

O Crescimento do Interesse em Navios Autônomos e o Futuro da Composição das Esquadras.

Rio de Janeiro

2021

CC EMANUEL MARQUES DA SILVA ALVES

MEIOS DE SUPERFÍCIE AUTÔNOMOS:

O Crescimento do Interesse em Navios Autônomos e o Futuro da Composição das Esquadras.

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

Orientador: CMG (RM1) Nilson.

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2021

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo amor incondicional e pela compreensão nos momentos em que estive afastado para a realização deste trabalho.

Ao meu Orientador, CMG (RM1) Nilson, pelas contribuições oportunas e pela confiança e liberdade na elaboração desta dissertação.

Ao Sr. Felipe Lima, CEO da empresa uSEA, por ter disponibilizado seu tempo e conhecimento para a entrevista concedida.

Aos meus amigos pela amizade, apoio e contribuições nessa jornada.

RESUMO

As novas tecnologias mudam a sociedade e, conseqüentemente, o caráter da guerra. Dessa forma, manter a vantagem tecnológica é determinante para a garantia da defesa nacional. Porém, na impossibilidade de acesso a tais avanços, é imprescindível manter o acompanhamento do seu desenvolvimento e a compreensão das suas capacidades. A marinha estadunidense está ampliando os investimentos no desenvolvimento e aquisição de veículos de superfície autônomos. Isso alterará a composição da sua esquadra e acarretará mudanças significativas na condução dos conflitos no mar. A compreensão dessa nova conjuntura é importante para evitar um descompasso material e estratégico e exigirá adequações nos planejamentos de defesa dos demais países. Sendo assim, esta dissertação pretende deduzir a importância, para a Marinha do Brasil (MB), do acompanhamento do crescimento do interesse da marinha estadunidense em meios de superfície autônomos.

Palavras-chave: Navios de Superfície Autônomos. Drones Marítimos. Navios Drone Nova Composição da Esquadra Estadunidense. USVs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tabela comparativa entre o quantitativo de meios da marinha estadunidense e da marinha chinesa	48
Figura 2: Tabela comparativa de gastos com meios autônomos aéreos, terrestres e marítimos no período de 2007 a 2013	49
Figura 3: Tabela comparativa com a previsão da composição da esquadra estadunidense	50
Figura 4: Estimativa de alcance do míssil antinavio chinês DF-21D.....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 MOTIVAÇÕES PARA O CRESCIMENTO DO INVESTIMENTO EM MEIOS DE SUPERFÍCIE AUTÔNOMOS	10
2.1 Questões políticas e estratégicas.....	17
2.2 Alinhamento com o Plano Estratégico de Defesa estadunidense	21
3 OS MEIOS DE SUPERFÍCIE AUTÔNOMOS EM OPERAÇÃO OU EM DESENVOLVIMENTO NA MARINHA ESTADUNIDENSE	24
3.1 Vantagens e desvantagens dos meios de superfície autônomos	28
4 NECESSIDADES ESPECÍFICAS DOS USVS	33
4.1 Ações em curso na MB.....	38
5 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS	48
APÊNDICE: Roteiro da entrevista com o CEO da empresa uSEA	52

1 INTRODUÇÃO

A marinha estadunidense está ampliando os investimentos no desenvolvimento e aquisição de veículos de superfície autônomos. Isso alterará a composição da sua esquadra e acarretará mudanças significativas na condução dos conflitos no mar. A compreensão dessa nova conjuntura é importante para evitar um descompasso material e estratégico e exigirá adequações nos planejamentos de defesa dos demais países. Sendo assim, esta dissertação pretende deduzir a importância, para a Marinha do Brasil (MB), do acompanhamento do crescimento do interesse da marinha estadunidense em meios de superfície autônomos.

O Glossário das Forças Armadas considera como drone o “veículo aéreo, terrestre ou marítimo que é pilotado remotamente ou dotado de navegação autônoma” (Brasil, 2015, p.95). Para efeito desta dissertação, os meios de superfície autônomos serão tratados como USVs e considerados como meios de superfície autônomos, semiautônomos ou controlados remotamente que podem ser levemente tripulados, opcionalmente tripulados ou não tripulados.

As novas tecnologias mudam a sociedade e, conseqüentemente, o caráter da guerra. Dessa forma, manter a vantagem tecnológica é determinante para a garantia da defesa nacional. Porém, na impossibilidade de acesso a tais avanços, é imprescindível manter o acompanhamento do seu desenvolvimento e a compreensão das suas capacidades.

Os drones são uma das várias novas tecnologias disruptivas¹ as quais a marinha estadunidense está buscando para atender aos desafios militares emergentes, em especial o crescimento da China no cenário mundial. As outras tecnologias destacadas, que não serão abordadas nesta dissertação, são as armas de energia direcionada, armas hipersônicas, inteligência artificial, capacidades cibernéticas e tecnologias quânticas.

¹ Tecnologia disruptiva é um termo que significa uma inovação tecnológica que provoca a ruptura com os padrões, modelos ou tecnologias já estabelecidas.

Desde o atentado terrorista de 11 de setembro de 2001², os drones têm se tornado cada vez mais importantes para as operações militares estadunidenses, assumindo papel de grande relevância na sua estratégia de defesa. No entanto, houve pouco foco no desenvolvimento e no emprego de USVs até o lançamento do *National Defense Strategy of United States of America*³ (NDS), em 2018. Esse documento visa direcionar o departamento de defesa estadunidense em prol da ampliação da sua vantagem competitiva ante os desafios que se apresentam na atualidade.

Para atender às novas demandas constantes na publicação supracitada, o alinhamento do aumento do interesse nos USVs à evolução técnica em autonomia, redes de comunicações, processadores e inteligência artificial, permite a criação das novas plataformas que se enquadram nos requisitos exigidos. Com isso, passou a ser central a elaboração de um plano de ação duradouro e dinâmico, para garantir a integração dos sistemas autônomos à força naval estadunidense de forma confiável e sustentável. Para tal, foi lançado em 16 de março de 2021, a *Unmanned Campaign Framework*⁴.

Diversas discussões estão ocorrendo sobre o dimensionamento e a nova composição da esquadra estadunidense. Em 17 de junho de 2021 foi divulgado um documento com o planejamento da distribuição de meios na marinha estadunidense para os próximos trinta anos. A previsão inclui o mínimo de 77 e o máximo de 140 USVs, além de um quantitativo entre 321 e 372 navios tradicionais, guarnecidos e controlados por tripulação própria.

Apesar da maior valorização e investimento nos USVs ser recente, não há ineditismo no seu emprego em prol das operações navais pela marinha estadunidense.

² O atentado terrorista de 11 de setembro de 2001 foi uma série de ataques suicidas contra os Estados Unidos, coordenados pela organização fundamentalista islâmica al-Qaeda, tendo como alvos as Torres Gêmeas do World Trade Center, em Nova Iorque, e o Pentágono, sede do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, localizado no condado de Arlington.

³ Estratégia Nacional de defesa dos Estados Unidos (tradução nossa).

⁴ Campanha em proveito dos sistemas autônomos da marinha estadunidense (tradução nossa).

Após a Segunda Guerra Mundial (2ª SGM) (1939-1945), USVs foram desenvolvidos e usados para varredura de minas e avaliação de danos em batalha. Em 1946, eles foram usados para obter as primeiras amostras de água radioativa após um par de testes de armas nucleares no atol de Bikini⁵.

Mais tarde, no final dos anos 1960, USVs de 23 pés, movidos por motor a gás com casco de fibra de vidro, foram modificados para atuar como caça-mAs embarcações eram controladas remotamente e operavam através do arrasto de correntes em operações de varredura de minas no Vietnã, ao sul de Saigon.

De janeiro a fevereiro de 1997, um protótipo operacional de caça-minas foi operado remotamente a partir do USS Cushing, no Golfo Pérsico. Foram conduzidos 12 dias de operações em participação ao exercício *Ship Anti-Submarine Warfare Readiness and Evaluation Measurement*⁶ (SHAREM).

Para atingir o propósito de deduzir a importância, para a MB, do acompanhamento do crescimento do interesse da marinha estadunidense em meios de superfície autônomos, esta dissertação está estruturada em 5 capítulos, incluindo a introdução.

O segundo capítulo busca identificar as motivações para o crescimento do investimento em meios de superfície autônomos por parte da marinha estadunidense. Através da pesquisa bibliográfica e documental, serão observadas as questões políticas e estratégicas, além das teorias acerca do assunto. Ao fim desse capítulo, pretende-se descrever o alinhamento da decisão de incorporar USVs à nova composição da esquadra com o NDS.

O terceiro capítulo descreverá os USVs em operação ou em desenvolvimento na marinha estadunidense e relacionará as possibilidades de emprego. Também através da pesquisa bibliográfica e documental, será listada a classificação dos USVs em uso na marinha

⁵ O teste que consistiu em duas detonações de armas nucleares no atol de Bikini no verão de 1946 foi chamado de Operação *Crossroads*.

⁶ Prontidão de navios para guerra antissubmarino e medição de avaliação (tradução nossa).

estadunidense, além de relacioná-los com a sua empregabilidade. No fim desse capítulo serão apontadas as vantagens e desvantagens dos meios de superfície autônomos.

O quarto capítulo determinará as necessidades específicas dos meios de superfície autônomos e buscará identificar as ações em curso na MB em prol dessa inovação. Além da pesquisa bibliográfica e documental, foi realizada uma entrevista com o CEO da empresa uSEA para discutir as necessidades específicas dos USVs e descrever as ações em curso na MB em prol dessa inovação.

Finalmente, no último capítulo serão apresentadas as conclusões e indicadas as linhas de investigação futura, a fim de ampliar a pesquisa de outras variáveis que não foram abordadas no presente trabalho. Será atingido o objetivo desta dissertação ao escrever os motivos para a tendência de crescimento da adoção de USVs pela marinha estadunidense e ao concluir uma análise sobre a importância de a MB acompanhar essa evolução.

Em virtude de o assunto estar em debate nos Estados Unidos, serão consideradas as informações divulgadas até 10 de julho de 2021

2 MOTIVAÇÕES PARA O CRESCIMENTO DO INVESTIMENTO EM MEIOS DE SUPERFÍCIE AUTÔNOMOS

Desde o início do século XXI o desenvolvimento e o uso militar dos drones vêm crescendo drasticamente. No entanto, os USVs vinham recebendo menos atenção e investimento que os drones aéreos, terrestres e submarinos até 2019. Nesse ano, a marinha estadunidense passou a trabalhar no desenvolvimento de um novo nível de força, introduzindo futuras alterações na composição da sua esquadra, fruto das diretrizes apontadas no NDS.

Dentre as mudanças, espera-se uma nova combinação de meios para o cumprimento das missões, somando-se os USVs em desenvolvimento e aquisição aos tradicionais navios militares em uso.

Além da inserção de USVs do porte de uma corveta na nova composição da esquadra, é prevista uma proporção menor de navios de grande porte tais como: porta-aviões, cruzadores, *destroyers*, navios anfíbios de grande porte e navios logísticos de grande porte. E uma proporção maior de navios de menor porte tais como: fragatas, corvetas, navios anfíbios de menor porte, navios logísticos de menor porte e talvez porta-aviões menores (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a).

Isso posto, é necessário observar com atenção essa quebra de paradigmas na proposta de grande reestruturação da esquadra estadunidense, pois acarretará novas estratégias, adequações orçamentárias e jurídicas, além de demandas materiais e humanas para as Forças Armadas (FA) dos demais países.

Trata-se de uma reação ao mundo VUCA no qual a contemporaneidade está inserida. O termo VUCA é empregado pela *U.S. Army War College*⁷ desde a década de 90 e é um acrônimo das palavras em inglês: *Volatility, Uncertainty, Complexity e Ambiguity*⁸. Yarger (2006) descreve o mundo VUCA como uma ordem onde as ameaças são difusas e incertas,

⁷ Escola de Guerra do Exército Estadunidense (tradução nossa).

⁸ Volatilidade, Incerteza, Complexidade e Ambiguidade (tradução nossa).

onde o conflito é inerente, mas imprevisível, e onde a capacidade de defender e promover os interesses nacionais pode ser limitada pelas restrições de material e de recursos humanos.

Os USVs apresentam-se como instrumentos capazes de se contraporem às limitações apontadas por Yarger (2006) de material e de recursos humanos no ambiente marítimo. Ao se considerar as questões de material relacionadas à disponibilidade de recursos financeiros, o emprego dos drones exige menores investimentos orçamentários que os meios convencionais, justamente por não empregarem militares embarcados ou fazê-lo de forma reduzida ou optativa.

Para manter as condições de habitabilidade e segurança de suas tripulações, os navios possuem sistemas complexos, que ocupam muito espaço na sua arquitetura e limitam a sua configuração. A ausência de tripulação permite uma redefinição na maneira como um navio é projetado e operado. Dessa forma, o emprego dos USVs acarreta reduções de custos e dimensões e tendem a aumentar a confiabilidade e a produtividade.

Clark (2019) disse que os custos com mão de obra e operações estão crescendo mais rápido do que a inflação e que uma maneira de os reduzir é através do investimento em sistemas autônomos. Ressalte-se que a intenção não é a substituição total dos meios de superfície tradicionais pelos USVs, mas sim um rearranjo na composição da Força que permita uma ampliação das possibilidades de emprego de forma sustentável.

O Senador estadunidense John McCain (1936-2018), no primeiro mês de 2017, publicou o *Restoring American Power: Recommendations for the FY 2018-FY 2022 Defense Budget*⁹. Nesse ano, McCain presidia o *Senate Armed Services Committee*¹⁰ (SASC). O documento ofereceu um roteiro com recomendações sobre investimentos em defesa e metas a serem perseguidas pela administração do presidente Donald Trump (1946-), que se iniciava na época.

⁹ Restaurando o Poder dos Estados Unidos: Recomendações para o orçamento de defesa entre os anos fiscais de 2018 a 2022.

¹⁰ Comitê do Senado Estadunidense sobre as Forças Armadas.

Nesse documento, McCain (2019) sugere, como uma opção, o aumento e a aceleração do investimento em sistemas autônomos de superfície, submarinos e aéreos com o intuito de melhorar as capacidades de defesa do país. Com isso, seu objetivo seria remodelar a esquadra e o componente aéreo através da ampliação da incorporação de sistemas autônomos menores e relativamente mais baratos que os meios tradicionais adotados.

Wirtz (2021) compara o custo dos USVs com um destroyer da classe Arleigh Burke (DDG) da marinha estadunidense. O valor de apenas um DDG é o equivalente a cerca de 40 USVs equipados cada um com oito mísseis de cruzeiro. Observe-se que um DDG possui cerca de 90 células de lançamento vertical de mísseis, já a composição dos 40 USVs, pelo mesmo custo, levaria 320 mísseis para uma região de interesse. Isso é uma grande ampliação da capacidade ofensiva além de outras vantagens como a distribuição dos fogos, imposição de maiores dificuldades para a defesa do oponente, ausência de risco de perdas de vida, entre outras.

Fica claro que a questão dos custos é bem importante e influencia a decisão da marinha estadunidense pela ampliação dos investimentos nos USVs. A incerteza da conjuntura atual e o conseqüente aumento da demanda tem exigido muito do setor de defesa, e o orçamento pode ser insuficiente para o pleno cumprimento das suas atribuições. Isso fica evidente quando se observa os principais requisitos estabelecidos para aos USVs em desenvolvimento e aquisição: baixo custo, grande endurance e passível de reconfiguração.

Mudando o foco para as questões geopolíticas, considera-se que Jacobs (2002) diz não ser possível ter o domínio completo sobre os fatores que regem o mundo VUCA, porém afirma ser necessário a busca pela compreensão do ambiente a fim de antecipar as mudanças em prol de uma decisão ágil e o gerenciamento dos riscos decorrentes. A consequência do exposto por Jacobs (2002), é a criação de um ambiente competitivo. É isso que tem sido observado com o surgimento da China e o ressurgimento da Rússia no cenário mundial.

A competição estratégica voltou a ser entre países, e não mais com o terrorismo, preocupação predominante em grande parte dos dois primeiros decênios do presente século na defesa dos Estados Unidos.

Geoffrey Till (1945-) em seu livro *Seapower: A Guide for the Twenty-First Century*¹¹, apresenta uma sucinta comparação do poderio naval estadunidense com o resto do mundo e destaca o desenvolvimento dos sistemas navais autônomos:

“Embora a lacuna entre a marinha dos Estados Unidos e o resto do mundo possa estar diminuindo em termos de número de plataformas, ela permanece considerável em capacidade. Em 2005, de acordo com Robert Work, a marinha estadunidense tinha um padrão de tonelagem igual a soma das 17 outras marinhas subsequentes, operava 12 dos 15 porta-aviões do mundo, além de 12 dos 19 porta-aviões leves. Seus 71 principais meios (graças aos seus sistemas de lançamento vertical) eram iguais à capacidade total dos 366 meios das 17 marinhas seguintes. Além disso, os estados Unidos assumem posição de liderança tanto no que se refere às novas tecnologias navais quanto nas já estabelecidas. Por exemplo, em seu programa para sistemas navais autônomos, um desenvolvimento tão potencialmente revolucionário quanto a introdução do porta-aviões, a marinha estadunidense está muito à frente de qualquer concorrente”¹². (TILL, 2009, p. 346, tradução nossa)

Um grande desafio que se apresenta para a defesa estadunidense é a rápida ascensão do poderio militar chinês. Especificamente no ambiente marítimo, observa-se com cautela o avanço para a implantação de uma marinha que denota uma pretensão global, vide o investimento em porta-aviões.

Do ano de 2005 ao ano de 2020, a marinha chinesa cresceu 55%, observe-se a figura 1 (ANEXO A). Fazendo uma comparação numérica entre a marinha estadunidense e a marinha chinesa, em 2005 os Estados Unidos possuíam 75 mais plataformas que a China. Já em 2020, a China inverteu a vantagem e passou a ter 37 meios a mais que os Estados Unidos (UNITED STATES OF AMERICA, 2021b).

¹¹ Poder Naval: Um Guia para o Século XXI.

¹² Original em inglês: “Although the gap between the US Navy and the rest of the world may be narrowing in platform number terms, it remains considerable in capability. In 2005, according to Robert Work, the US Navy had a 17 navy tonnage standard, operated 12 of the world’s 15 aircraft carriers as well as 12 of its 19 light carriers. Its 71 major combatants (thanks to its vertical launch systems) were equal to the total capacity of the 366 combatants of the next 17 navies. Moreover, the American lead in new as well as established naval technologies is at least as great. For instance, in its programme for unmanned naval systems, a development as potentially revolutionary as the introduction of the aircraft carrier, the US Navy is far ahead of any competitor”.

A avaliação qualitativa ainda pende com larga vantagem para a marinha estadunidense, porém o ambiente complexo e volátil exige a busca por mais vantagens competitivas. Nesse contexto, os USVs contribuem de forma a proporcionar a flexibilidade¹³ necessária para uma resposta eficaz às rápidas mudanças que o contexto global impõe, como a melhoria das capacidades de antiacesso e de negação de área (A2/AD)¹⁴ de outros países, em particular da China.

O *U.S. Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*¹⁵ apresenta a definição de antiacesso: “Ação, atividade ou capacidade, geralmente de longo alcance, projetada para prevenir a entrada de uma força inimiga em uma área operacional. Também chamado de A2”¹⁶ (UNITED STATES OF AMERICA, 2021c, p. 17, tradução nossa). Também define a negação de área: “Ação, atividade ou capacidade, geralmente de curto alcance, projetada para limitar liberdade de ação de uma força inimiga dentro de uma área operacional. Também chamado de AD”¹⁷ (UNITED STATES OF AMERICA, 2021c, p. 18, tradução nossa).

O A2/AD é considerado prioritário para os desafios estratégicos de defesa dos Estados Unidos, vindo a ser a forma de guerra convencional que eles provavelmente mais enfrentarão, na conjuntura geopolítica atual, em um conflito regional (TANGREDI, 2013).

Till (2009) chama atenção para o fato de que as forças necessárias para um possível conflito com a China, ou relacionado a Taiwan, ou no mar do Sul da China, sejam fundamentalmente diferentes daquelas consideradas necessárias para a luta contra o terror no Iraque e no Afeganistão.

¹³ Segundo a Doutrina Milita Naval, flexibilidade significa a capacidade de organizar grupamentos operativos de diferentes valores, em função da missão, possibilitando seu emprego gradativo.

¹⁴ Termo em inglês: *Antiaccess and area denial*.

¹⁵ Dicionário de termos militares e associados do Departamento de Defesa estadunidense (tradução nossa).

¹⁶ Original em inglês: “*Action, activity, or capability, usually long-range, designed to prevent an advancing enemy force from entering an operational area. Also called A2*”.

¹⁷ Original em inglês: “*Action, activity, or capability, usually short-range, designed to limit an enemy force’s freedom of action within an operational area. Also called AD*”.

Isso evidencia a necessidade de mudança na composição da marinha estadunidense. Atualmente, dois terços de seus navios são de grande porte tendo como objetivo principal a projeção de poder sobre terra por meio de ataques aéreos, mísseis e tropas que, desde o fim da Guerra Fria (1947-1989), vinha cumprindo o seu papel enfrentando pouca oposição capaz de trazer ameaças relevantes.

Entretanto, o contexto atual tem imposto riscos aos meios navais à medida que os sistemas integrantes das estratégias A2/AD vêm se desenvolvendo. Uma grande ameaça são os mísseis antinavio chineses e russos. A China possui dois tipos de mísseis balísticos com capacidade de atingir navios no mar: o DF-21D e o DF-26 (Estados Unidos, 2021b). Os detalhes técnicos desses armamentos não serão objetos de maiores detalhamentos nesta dissertação, porém a figura 4 (ANEXO D) ilustra a estimativa de alcance do DF-21D.

O *Congressional Report*¹⁸ RL33153 sobre o tema Modernização Naval da China: Implicações para as Capacidades da Marinha dos Estados Unidos - Antecedentes e Questões para o Congresso¹⁹ (UNITED STATES OF AMERICA, 2021b, tradução nossa) expressa a preocupação sobre os mísseis antinavio chineses:

“Observadores tem expressado fortes preocupações sobre os mísseis balísticos antinavio (ASBMs) chineses, porque tais mísseis, combinados com vigilância marítima de área e sistemas de alvo, permitiriam à China atacar porta-aviões, outros navios da marinha estadunidense, ou navios de aliados ou marinhas parceiras operando no Pacífico Ocidental. A marinha estadunidense não enfrentou anteriormente uma ameaça de mísseis balísticos de alta precisão, capazes de atingir navios em movimento no mar. Por essa razão, alguns observadores referiram-se aos ASBMs como uma arma capaz de impor "mudanças no jogo"²⁰.(UNITED STATES OF AMERICA, 2021b, p. 12, tradução nossa)

¹⁸ Os *Congressional Reports* são relatórios do Congresso estadunidense que se originam de comitês que tratam de propostas de legislação e questões sob investigação.

¹⁹ Original em inglês: *China Naval Modernization: Implications for U.S. Navy Capabilities—Background and Issues for Congress*.

²⁰ Original em inglês: Observers have expressed strong concerns about China’s anti-ship ballistic missile (ASBM), because such missiles, in combination with broad-area maritime surveillance and targeting systems, would permit China to attack aircraft carriers, other U.S. Navy ships, or ships of allied or partner navies operating in the Western Pacific. The U.S. Navy has not previously faced a threat from highly accurate ballistic missiles capable of hitting moving ships at sea. For this reason, some observers have referred to ASBMs as a “game-changing” weapon.

Dada a preocupação da defesa dos Estados Unidos acerca da Rússia e, em especial, da China, a mudança na composição da esquadra estadunidense, em particular a inserção dos USVs, é uma resposta considerada eficaz contra a melhoria das capacidades marítimas de A2/AD.

A maior preocupação com a China no ambiente marítimo, quando comparada com as atenções dadas à Rússia, justifica-se com a constatação de que os meios navais da marinha russa não demonstram capacidades que possam ameaçar a hegemonia estadunidense nas águas azuis²¹ (CLARK et al., 2017).

A marinha russa tem demonstrado um crescimento mais modesto que a marinha chinesa, porém o desenvolvimento de mísseis hipersônicos, como o míssil de cruzeiro hipersônico antinavio 3M22 Tsirkon, que pode atingir velocidades maiores que Mach 7 (IISS, 2021a), desafiam a marinha estadunidense e estimulam a busca por sistemas capazes de se contraporem a tais ameaças.

Dessa forma, o desenvolvimento das capacidades de A2/AD da China e da Rússia, sobretudo dos mísseis antinavio hipersônicos, trazem para a marinha estadunidense a urgência de mudanças na composição de sua esquadra. Os USVs se apresentam como uma maneira de complementar as capacidades navais ofensivas, a um baixo custo, criando dilemas táticos para os adversários.

Essa nova distribuição, contando com os USVs em sua composição, permite à marinha estadunidense adotar uma disposição ofensiva capaz de absorver perdas e continuar lutando, sem baixas de pessoal e com poucos prejuízos financeiros.

Considerando o exposto até então, identifica-se como motivo para o crescimento do investimento em USVs, por parte da marinha estadunidense, a necessidade de adaptação e resposta aos desafios que as características do mundo VUCA traz. A redução dos custos

²¹ Alto-mar.

operacionais e com pessoal, além da adaptação ao desenvolvimento das capacidades de A2/AD da China e da Rússia, influenciaram na alteração da composição da esquadra estadunidense. As características dos USVs correspondem aos requisitos para os navios da nova estrutura da força, que busca incorporar meios relativamente menores, mais baratos, e adequados para operar em áreas negadas.

2.1 Questões políticas e estratégicas

A estrutura da esquadra estadunidense é organizada de maneira que a sua composição seja capaz de responder aos principais desafios militares em seus tempos. Desde o fim da Guerra Fria, o foco eram as instabilidades geradas por potências regionais como Iraque, Coreia do Norte e Irã, e por atores não estatais, como grupos terroristas.

Esses adversários não tinham a capacidade de impor grandes ameaças à defesa dos Estados Unidos. Sendo assim, os esforços eram concentrados na manutenção da presença em regiões tidas como focais, ao invés do investimento nas capacidades necessárias para lutar contra um adversário mais desafiador.

Mudanças no cenário atual, com a ascensão da China e o ressurgimento da Rússia, exigem dos Estados Unidos uma evolução adaptativa para a manutenção da sua hegemonia. É nesse contexto que os USVs passam a receber mais atenção e investimentos, podendo vir a ser a arma que garantirá a continuidade da superioridade estadunidense no ambiente marítimo.

Voltando um pouco na história, para a década de 1990, o fim da Guerra Fria trouxe como consequência para a defesa estadunidense uma redução no orçamento na ordem de 30%. Além disso, a tolerância da população com as baixas em combate havia caído drasticamente desde a Guerra do Vietnã. Alinhado a esses fatores, o desenvolvimento tecnológico crescia a passos largos, coincidindo com a vontade política em investir em sistemas não tripulados (SINGER, 2009).

Em fevereiro de 2000, em uma audiência no Congresso estadunidense, o avanço da introdução dos sistemas autônomos foi incentivado pelo Senador John W. Warner (1927-2021), que presidia o SASC na época (SINGER, 2009). Foram estabelecidas duas metas para serem cumpridas a partir do ano fiscal de 2001: um terço das aeronaves empregadas em ataques atrás das linhas inimigas deveriam ser compostas por aeronaves não tripuladas até 2010; e um terço dos veículos de combate terrestre deveriam ser compostos por veículos não tripuladas até 2015 (UNITED STATES OF AMERICA, 2007).

O atentado terrorista de 11 de setembro de 2001 foi um divisor de águas para o emprego militar dos drones, mesmo que em um primeiro momento tenha sido dada maior ênfase aos drones aéreos. Nas ações que se sucederam em resposta a esse atentado, o presidente estadunidense George W. Bush (1946-), autorizou o uso de drones para ataques letais. A partir de então, os drones passaram a ser vistos como um componente-chave da defesa estadunidense, por conta do seu potencial de remodelar e melhorar as capacidades militares.

O trauma causado por essa tragédia fez com que os gastos com a defesa estadunidense aumentassem nos anos que o sucederam, com maior foco nos sistemas autônomos. Os valores investidos nos drones cresceram substancialmente, e, conseqüentemente, os números de meios desse tipo adicionados ao inventário da defesa estadunidense, embora os USVs continuassem, nos primeiros momentos, relegados a segundo plano.

Para ilustrar o baixo investimento inicial em USVs, quando comparado com os veículos autônomos aéreos e terrestres, observe-se a figura 2 (ANEXO B). Ela apresenta a previsão orçamentária de investimentos em meios autônomos no período de 2007 a 2013. A verba alocada para os sistemas marítimos, que engloba os meios de superfície e submarinos, era três vezes menor que a verba para os meios terrestres e trinta e quatro vezes menor que a verba para os meios aéreos (UNITED STATES OF AMERICA, 2007).

A inflexão para que os USVs passassem a ser vistos como armas capazes de agregar vantagens em todos os níveis de emprego na composição da esquadra estadunidense começou em 2016. Em dezembro desse ano, fruto de uma avaliação da composição da sua esquadra em relação a sua estratégia de defesa, a marinha estadunidense solicitou a alteração da meta do seu número de meios de 308 para 355 navios, um aumento de 47 unidades (UNITED STATES OF AMERICA, 2021d).

Essa nova meta não incluía ainda os USVs na sua composição, porém as dificuldades em alcançar o número estipulado de meios, dentro de um tempo razoável, gerou uma corrida para a busca de soluções que atendessem essa demanda. Observe-se que nenhum prazo havia sido estipulado para a conclusão desse objetivo. Ressalte-se que, na época, a marinha estadunidense já estava em déficit com a sua antiga meta, pois possuía apenas 276 navios em sua esquadra, forçando-a a buscar a aquisição de 79 novos meios e não apenas 47.

Em 2018, durante a administração do presidente Donald Trump, foi lançado o NDS. Esse documento substituiu o *Quadrennial Defense Review*²² (QDR) e direciona como o *U.S. Department of Defense*²³ (DOD) deve lidar com os atuais desafios de defesa, além de articular a estratégia geral estadunidense com os seus programas e prioridades em andamento. Embora ele seja sigiloso, foi divulgada uma sinopse de onze páginas a qual é objeto de análise nesta dissertação.

O NDS organiza as atividades do DOD ao longo de três linhas de esforço: a primeira é a recomposição da prontidão militar à medida que se constrói uma Força Conjunta mais letal; a segunda diz respeito ao fortalecimento das alianças e a atração de novos parceiros; e a terceira é a reformulação das práticas de negócios do DOD com o objetivo de ampliar sua performance e a busca por custos sustentáveis (UNITED STATES OF AMERICA, 2018).

²² Revisão Quadrienal de Defesa (tradução nossa).

²³ Departamento de Defesa estadunidense (tradução nossa).

Dentro da primeira linha de esforço há o direcionamento para a ampliação dos investimentos e aplicação dos sistemas autônomos.

Considerando as diretrizes do NDS, a marinha estadunidense e o DOD passaram a trabalhar, desde 2019, no desenvolvimento de uma nova composição da sua esquadra, em substituição a meta anterior de 355 navios, divulgada em 2016. A nova arquitetura já foi citada no início deste capítulo e é esperado que ela proporcione uma resposta mais eficaz às melhorias das capacidades de A2/AD de outros países, particularmente da Rússia e da China. Além de ser tecnicamente viável como resultado dos avanços nas tecnologias para USVs. Devendo, ainda, ser acessível em termos de custos de modo a caber nos orçamentos futuros esperados pela defesa estadunidense (UNITED STATES OF AMERICA, 2021d).

Em dezembro de 2020, no final da administração do presidente Donald Trump, a marinha estadunidense apresentou o plano sucessor da meta de 2016, com a esquadra composta por 355 navios. A nova arquitetura previa entre 382 e 446 navios tripulados e entre 119 e 166 USVs (UNITED STATES OF AMERICA, 2021d).

Em junho de 2021, já sob a administração do atual presidente estadunidense, Joe Biden, foi publicado um novo documento com a atualização dos planos de construção a longo prazo da marinha e a sua nova composição. A figura 3 (ANEXO C) apresenta uma comparação dos três planejamentos, o de 2016, de 2020, e o último de 2021. Nela, observa-se a manutenção do desenvolvimento e da aquisição dos USVs e uma redução no total de meios quando comparada com a proposta de 2020 (UNITED STATES OF AMERICA, 2021d).

A evolução da conjuntura geopolítica mundial e da política interna estadunidense, além das ações de atores não estatais, foram os fatores que influenciaram a evolução da composição da marinha dos Estados Unidos. Tais aspectos moldaram as decisões dos governos estadunidenses e a evolução tecnológica permitiu que se chegasse ao contexto atual de incrementar o investimento em meios de superfície autônomos.

2.2 Alinhamento com o Plano Estratégico de Defesa estadunidense

Para atingir o propósito de descrever o alinhamento da decisão do incremento do investimento em meios de superfície autônomos com o NDS, serão analisadas as três linhas de esforço apontadas nesse documento e comparadas com as características e potenciais dos USVs.

Observando-se a primeira linha de esforço: a recomposição da prontidão militar à medida que se constrói uma Força Conjunta mais letal. No seu conceito, busca-se evitar uma guerra mostrando-se estar preparado para vencê-la. Para fazê-lo são necessários o desenvolvimento e o investimento em meios competitivos que componham uma força pronta e letal. O tamanho dessa força também é importante. Ela deve ser capaz de derrotar os inimigos e alcançar resultados sustentáveis que protejam o povo e seus interesses. O objetivo é uma Força Conjunta que possua vantagens decisivas para enfrentar os prováveis conflitos (UNITED STATES OF AMERICA, 2018).

Nesse contexto, os USVs são meios que podem atuar em ambientes negados, sem riscos de baixas e menores riscos de perdas financeiras, quando comparados com os meios tradicionais. A sua letalidade pode ser graduada conforme a configuração dos módulos adotados em cada missão. Por se tratar de um conceito operacional inovador, tem potencial de criar dilemas táticos para as forças oponentes. O fato de não ter pessoal embarcado, aumenta a resiliência e facilita a adoção de uma postura ofensiva em combate.

Passando-se para a segunda linha de esforço: fortalecimento das alianças e a atração de novos parceiros. As alianças e parcerias são mutuamente benéficas e cruciais para a estratégia de defesa. Elas ampliam o tamanho e o poder da força e favorecem na dissuasão. Permitem o compartilhamento de informações que ampliam a compreensão do ambiente operacional.

Dependendo da área do conflito, fornecem acesso às regiões críticas, e podem prover o apoio logístico necessário para a sustentar as operações (UNITED STATES OF AMERICA, 2018).

Nessa circunstância, a interoperabilidade dos USVs pode ser aprofundada de forma a permitir uma integração em proveito de operações conjuntas e do planejamento estratégico dos aliados. Junto às parcerias, os exercícios combinados permitem uma familiarização com esses meios e o desenvolvimento de procedimentos comuns de emprego.

Finalizando com a terceira linha de esforço: reformulação das práticas de negócios do DOD com o objetivo de ampliar sua performance e a busca por custos sustentáveis. Busca-se colocar em prática um sistema de gestão capaz de aproveitar oportunidades e garantir uma administração eficaz dos recursos do contribuinte (UNITED STATES OF AMERICA, 2018).

Nesse quadro, os USVs são meios que demandam um custo operacional menor que os meios tradicionais. A ausência da tripulação elimina a necessidade da instalação de diversos sistemas a bordo dedicados a manutenção das condições de habitabilidade, e isso é um fator que permite economia de custos e de espaços nos projetos desses meios.

Ao analisar as três linhas de esforço apontadas no NDS e compará-las com as características e potenciais dos USVs, confirma-se que a decisão do incremento do investimento nesses meios está alinhada com as diretrizes do documento. Corroboram essa análise a ênfase do NDS na inovação tecnológica, no desenvolvimento de novas capacidades e na flexibilidade operacional, além do compromisso com as questões orçamentárias na busca pela administração eficaz dos recursos financeiros.

Ao encerrar o capítulo, foi identificado o motivo para o crescimento do investimento em USVs por parte da marinha estadunidense como a necessidade de uma alteração na composição da sua esquadra com meios relativamente menores, mais baratos, e adequados para operar em áreas negadas.

Também foram identificadas as questões políticas e estratégicas que levaram a decisão do incremento do investimento em meios de superfície autônomos através da observação dos fatos desde o fim da Guerra Fria até os tempos atuais.

Por fim, foi descrito o alinhamento da decisão do incremento do investimento em meios de superfície autônomos com o NDS através da análise das três linhas de esforço apontadas nesse documento.

3 OS MEIOS DE SUPERFÍCIE AUTÔNOMOS EM OPERAÇÃO OU EM DESENVOLVIMENTO NA MARINHA ESTADUNIDENSE

Conforme publicado no *Report to Congress on the Annual Long-Range Plan for Construction of Naval Vessels for Fiscal Year 2022*²⁴, a marinha estadunidense está alterando a composição da sua esquadra a fim de modernizar a sua distribuição de meios. Esse plano reflete a orientação do NDS de construir uma Força maior e mais letal (UNITED STATES OF AMERICA, 2021e).

Nesse contexto, a marinha estadunidense está desenvolvendo e adquirindo USVs como parte de um esforço para tornar a composição da sua esquadra mais distribuída. Em comparação com a esquadra atual, a nova formação deve incluir uma proporção menor de navios maiores, uma proporção maior de navios menores e a nova terceira camada composta pelos USVs (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a).

Para atingir essa meta, a marinha estadunidense tem trabalhado ativamente no desenvolvimento completo das capacidades dos USVs. Eles já estão incluídos em jogos de guerra, exercícios e problemas de batalha para a elaboração dos seus planos de emprego e conceitos de operação (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a).

O atual *Chief of Naval Operations*²⁵ (CNO) da marinha estadunidense, Almirante Mike Gilday (1962-), divulgou o seu *CNO NAVPLAN*²⁶ em janeiro de 2021. Nesse documento, ele descreve como a sua marinha aumentará o poder naval para controlar os mares e projetar poder em todos os domínios, agora e no futuro, e estabelece o que deve ser feito para fornecer o que os Estados Unidos precisam para competir e vencer. Para isso, ele seleciona quatro áreas principais dentre as quais uma delas diz respeito à capacidade de

²⁴ Relatório ao Congresso Estadunidense sobre o Plano Anual de Longo Prazo para a Construção de Embarcações Navais para o Ano Fiscal de 2022 (tradução nossa).

²⁵ Chefe de Operações Navais (tradução nossa). Equivalente ao Comandante da Marinha na Marinha do Brasil.

²⁶ Plano de Navegação do Chefe de Operações Navais (tradução nossa). Documento publicado em 2021 para dar as diretrizes do CNO à Força.

desenvolver uma esquadra híbrida, composta por USVs e navios tradicionais, e nesse contexto ele escreve:

“As plataformas não tripuladas desempenham um papel vital na nossa futura frota. A integração das plataformas não tripuladas com sucesso - sob, sobre e acima do mar - oferece aos nossos comandantes melhores opções para lutar e vencer nos espaços contestados. Eles irão expandir nossas vantagens de inteligência, vigilância e reconhecimento, adicionar profundidade aos nossos lançadores de mísseis e fornecer meios adicionais para manter nossa força distribuída. Além disso, mudar para plataformas menores melhora nosso golpe ofensivo, ao mesmo tempo fornecendo soluções acessíveis para o crescimento da nossa marinha. Por meio de análises, simulações, prototipagem e demonstrações, sistematizaremos e construiremos sistemas que possuam a resistência e resiliência para operar com interação humana infrequente. No final desta década, nossos marinheiros devem ter um alto grau de confiança e habilidade para operar ao lado de meios não tripulados no mar”²⁷. (GILDAY, 2021, p. 11, tradução nossa)

Observando-se o que escreveu Gilday (2021) fica claro que, embora as plataformas tripuladas continuem sendo componentes da esquadra estadunidense, os sistemas autônomos são o futuro. Espera-se que esses meios sejam menos caros e reduzam os riscos para a integridade física dos marinheiros. Os USVs podem ser empregados em uma variedade de missões incluindo inteligência, vigilância, reconhecimento e ações ofensivas.

Dessa forma, a marinha estadunidense selecionou dois tipos de meios para concentrar os seus esforços iniciais para o desenvolvimento e aquisição dos USVs: os *Medium Unmanned Surface Vessels*²⁸ (MUSVs) e os *Large Unmanned Surface Vessels*²⁹ (LUSVs).

Está previsto que os MUSVs terão entre 45 e 190 pés de comprimento e deslocarão cerca de 500 toneladas, possuindo dimensões de um navio patrulha. A Marinha deseja que os MUSVs sejam navios reconfiguráveis, de baixo custo, alta resistência e que possam acomodar vários módulos. Os módulos iniciais para os MUSVs devem ser de inteligência, vigilância e

²⁷ Original em inglês: “Unmanned platforms play a vital role in our future fleet. Successfully integrating unmanned platforms—under, on, and above the sea—gives our commanders better options to fight and win in contested spaces. They will expand our intelligence, surveillance, and reconnaissance advantage, add depth to our missile magazines, and provide additional means to keep our distributed force provisioned. Furthermore, moving toward smaller platforms improves our offensive punch while also providing affordable solutions to grow the Navy. Through analysis, simulations, prototyping, and demonstrations, we will systematically field and operate systems that possess the endurance and resilience to operate with infrequent human interaction. By the end of this decade, our Sailors must have a high degree of confidence and skill operating alongside proven unmanned platforms at sea”.

²⁸ Navios de Superfície Autônomos Médios (tradução nossa).

²⁹ Navios de Superfície Autônomos Grandes (tradução nossa).

reconhecimento, além de sistemas de guerra eletrônica (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a).

Os MUSVs serão basicamente navios-sensores com a capacidade de emprego dependente dos módulos que estiverem embarcados. Também é requisito que eles sejam de fácil integração aos atuais sistemas da marinha estadunidense, que possuam autonomia para algumas semanas de emprego e que sejam capazes de executar trânsitos transoceânicos. O primeiro protótipo do MUSV deve ser entregue em 2023 (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a).

Abordando agora os LUSVs, a previsão é que eles terão entre 200 e 300 pés de comprimento e deslocarão cerca de 1.000 a 2.000 toneladas, dimensões compatíveis com a de uma corveta. A marinha estadunidense deseja que os LUSVs, assim como os MUSVs, sejam navios reconfiguráveis, de baixo custo, alta resistência e que possam acomodar vários módulos. Os módulos empregados nos LUSVs serão, principalmente, em proveito das ações de superfície, carregados com mísseis antinavio e para a ataque a terra (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a).

Há um outro requisito que prevê que os LUSVs sejam opcionalmente ou levemente tripulados, de modo a permitir o embarque de alguns membros da tripulação, especialmente enquanto são desenvolvidas as tecnologias habilitadoras e os conceitos operacionais (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a).

A capacidade dos LUSVs de carregar módulos lançadores de mísseis, a um baixo custo, proporciona muitas possibilidades ofensivas, defensivas e estratégicas. Inicialmente, eles serão empregados em conjunto com os navios tripulados e os seus sistemas de armas serão operados sob o controle humano para minimizar riscos.

O design dos LUSVs é baseado em projetos de navios comerciais (UNITED STATES OF AMERICA, 2021a). A marinha estadunidense tem utilizado silhuetas e imagens de navios

de apoio offshore, como os empregados pela indústria de petróleo e gás, para fazer referência aos LUSVs em seus briefings e documentos. É relevante observar que o aproveitamento de projetos já em uso comercialmente reduz o tempo e os custos de desenvolvimento de novos sistemas e meios.

Apesar dos ares de novidade no emprego dos USVs pela marinha estadunidense, mesmo considerando o histórico apresentado na introdução desta dissertação, o que há de realmente novo é a decisão de maiores investimentos no desenvolvimento e aquisição desse tipo de meio. Observe-se que os Estados Unidos possuem um protótipo de navio de superfície autônomo de médio porte chamado Sea Hunter. Ele foi desenvolvido pelo *Defense Advanced Research Projects Agency*³⁰ (DARPA) e lançado em 2016.

O Sea Hunter possui 132 pés de comprimento e desloca cerca de 140 toneladas, além poder atingir a velocidade de 27 nós. Ele foi projetado para atuar em operações antissubmarino. O seu custo foi de US \$ 20 milhões, uma pequena fração do valor de um destroyer da classe Arleigh Burke, que é aproximadamente US \$ 1,6 bilhão. O seu custo operacional também é baixo, estimado entre US \$ 15.000 e US \$ 20.000 por dia, enquanto um destroyer da classe Arleigh Burke custa US \$ 700.000 por dia de operação³¹.

Desde 2016, a DARPA e o *Office of Naval Research*³² (ONR) vêm conduzindo testes com o protótipo Sea Hunter. Os seus resultados estão beneficiando o projeto dos MSUVs e baseando o seu desenvolvimento.

Há um outro programa em andamento em prol do desenvolvimento dos USVs, o *Ghost Fleet Overlord*³³. Através de uma parceria entre a marinha estadunidense e o *Strategic Capabilities Office*³⁴ (SCO) do Pentágono, dois navios comerciais, originalmente tripulados,

³⁰ Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (tradução nossa).

³¹ Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2018/04/25/first-drone-warship-joins-us-navy-nearly-every-element-classified.html>>. Acesso em: 19 de julho de 2021.

³² Escritório de Pesquisa Naval (tradução nossa)..

³³ Esquadra Fantasma Soberana (tradução nossa)..

³⁴ Escritório de Capacidades Estratégicas (tradução nossa)..

projetados com altos níveis de autonomia para serem usados pela indústria de petróleo e gás com uma pequena tripulação embarcada, foram modificados e convertidos em navios completamente autônomos. Eles têm sido submetidos a diversos testes e experimentações desde 2019, e seus resultados estão sendo utilizados em proveito do desenvolvimento e aceleração do programa dos LUSVs.

Considerando o exposto, verifica-se uma grande diversidade de possibilidades de emprego dos USVs em proveito das operações navais incluindo inteligência, esclarecimento, antissubmarino, ações de vigilância e operações ofensivas e defensivas.

Constatou-se que os investimentos estarão centrados em dois tipos de navios autônomos: os MUSVs e os LUSVs. Sendo os MUSVs empregados como navios-sensores e os LUSVs mais em proveito de ações ofensivas.

Para o desenvolvimento e aceleração desses programas, a marinha estadunidense tem realizado testes e experimentações utilizando o protótipo Sea Hunter e a sua *Ghost Fleet Overlord*.

3.1 Vantagens e desvantagens dos meios de superfície autônomos

Em muitas missões militares o fator humano é o elo fraco que pode comprometer o sucesso. Os sistemas autônomos são particularmente adequados para algumas dessas missões onde o homem é o fator limitante do desempenho, chamadas de missões três “D”: *Dull, Dirty, or Dangerous*³⁵.

Certas tarefas podem ser enfadonhas ou perigosas, as de longa duração sobrecarregam a resistência física dos marinheiros, as mais arriscadas têm potencial de causar ferimentos ou mortes à tripulação. O ser humano continua a executá-las ou por tradição ou por ausência de

³⁵ Monótonas, Sujas ou Perigosas (tradução nossa).

tecnologias adequadas para substituí-lo. No ambiente marítimo os USVs são capazes de assumir essas missões, em virtude de não possuírem as mesmas limitações que os homens.

Quanto as missões monótonas, o estado de atenção do homem perde eficácia após dez a doze horas executando o mesmo serviço. Ocorre a degradação física e psicológica por conta da repetição de uma mesma tarefa por tanto tempo (SINGER, 2009).

Em contrapartida, os USVs possuem grande autonomia e são capazes de executar tarefas de longo prazo, sem a degradação do nível de atenção e de prontidão, como as que envolvem vigilância, por exemplo. Uma pergunta interessante foi feita por Singer (2009): Por quanto tempo o homem pode manter os olhos abertos sem piscar? O fato é que para as missões monótonas ou por períodos prolongados os meios autônomos são a melhor opção. Generalizando, suas limitações são energéticas ou mecânicas.

Abordando as missões consideradas sujas, elas estão muito relacionadas ao ambiente operacional, que pode estar degradado por consequência das questões ambientais ou de outras inerentes ao combate.

O estado do mar, os fatores meteorológicos e até mesmo a poluição prejudicam o desempenho do homem em suas tarefas. Essas intempéries pouco afetam os meios autônomos, que dependem de seus sistemas para a sua navegação e não são limitados por questões fisiológicas.

Da mesma forma, um ambiente de batalha sob a influência de armas químicas ou biológicas limitam as ações dos militares, por consequência das proteções que devem ser tomadas, e impõe riscos a integridade dos combatentes. Os meios autônomos são imunes a esses perigos e não terão o seu desempenho degradado por essas questões.

Acerca das missões perigosas, a perda de vidas humanas ou o comprometimento da integridade física dos marinheiros interferem na moral da tripulação, além de ter um potencial de impedir ou retardar o cumprimento das tarefas atribuídas, dependendo da posição

hierárquica ou da função técnica do militar afetado. Além disso, no âmbito externo, podem trazer consequências políticas ou sociais tais como a perda de apoio da opinião pública a uma determinada campanha militar em curso.

Os meios autônomos não têm as mesmas limitações que o corpo humano e qualquer dano eventual será apenas uma perda material. O desempenho desses veículos também pode ser incrementado. Sem ter que se preocupar com as questões de conforto e sobrevivência da sua tripulação, os USVs podem adotar manobras mais arrojadas em prol de uma melhora do seu desempenho.

Passando para outras questões que não estejam diretamente relacionadas às missões três “D”, as velocidades dos combates estão aumentando significativamente, muito por consequência do desenvolvimento dos armamentos, vide os mísseis antinavio hipersônicos. A reação a essas ameaças exige uma resposta digital, isto é, um sistema digital que seja ágil suficiente para reconhecer a ameaça e responder eficazmente a tempo. O ser humano tem o tempo de reação mais demorado. Até mesmo a velocidade de comunicação, seja com o equipamento no apertar de um botão, seja na transmissão de uma ordem verbal, pode prejudicar a velocidade de resposta. Os USVs possuem essa vantagem quando comparados aos meios tripulados.

Outro fator relacionado à ausência da tripulação, além da óbvia redução do risco de baixas, é a diminuição dos custos. A redução dos gastos com pessoal soma-se às vantagens obtidas com a simplificação da arquitetura do meio. Os sistemas para a manutenção das condições de habitabilidade deixam de ser necessários, tornando os navios, além de mais econômicos, menores em suas dimensões e arqueadura, com maior endurance.

A ausência dos sistemas dedicados ao conforto e sobrevivência da tripulação reduz o seu consumo de combustível e proporciona um acréscimo em suas capacidades e autonomia. Esse fator permite uma maior mobilidade, prontidão e permanência nas áreas de operação.

A opção de empregar o conceito modular nos USVs permite que esses meios possam contribuir com uma grande diversidade de missões, dependendo somente da sua configuração para atendê-las.

Os USVs são uma tecnologia estratégica que precisa ser desenvolvida. Dificilmente um país que a detém a transmitirá para outro, tornando-se uma vantagem para os países que conquistaram esse conhecimento.

Passando a observar as desvantagens dos USVs, considera-se que embora autônomos, esses meios ainda dependem da comunicação com seus centros de comando e controle (C2) em terra ou em outros navios tripulados. Isso consiste em uma vulnerabilidade a ataques cibernéticos e exige medidas que mitiguem tal fato.

Tratando-se de algo relativamente novo, ainda carece de legislação amplamente aceita pela comunidade mundial. O próprio congresso estadunidense ainda não autorizou o embarque de armamento letal nos USVs. Isso traz uma insegurança jurídica e exige uma ampla campanha para garantir o emprego legítimo desses meios.

Há também o perigo da falsa impressão da não gravidade dos conflitos, dada a redução do número de baixas. Uma guerra será sempre uma guerra onde nunca existirá um lado vencedor e outro perdedor, sempre se tratará de um jogo de perde-perde.

Apesar das desvantagens apresentadas como últimos argumentos, é interessante observar o que Singer (1974-) escreveu em seu livro *Wired for War: The robotics Revolution and conflict in the 21st century*³⁶:

“Quanto mais os militares empregam sistemas autônomos, mais as pessoas passam a acreditar que as máquinas trazem certas vantagens para o campo de batalha. “Elas não ficam com fome”, disse Gordon Johnson, do Comando das Forças Conjuntas do Pentágono. “Elas não têm medo. Elas não esquecem suas ordens. Eles não se importam se o cara ao lado deles acabou de levar um tiro. Eles farão um trabalho melhor do que os humanos? Sim.”³⁷. (SINGER, 2009, p. 58, tradução nossa)

³⁶ Conectado para a Guerra: A revolução da robótica e o conflito no século XXI (tradução nossa).

³⁷ Original em inglês: “The more the military used unmanned systems, the more people came to believe that machines brought certain advantages to the battlefield. “They don’t get hungry,” says Gordon Johnson of the

Considerando a opção da marinha estadunidense de incrementar os investimentos em meios de superfície autônomos, essas vantagens e desvantagens já foram pesadas e tenderam para o lado que amplia o desenvolvimento e a aquisição dos USVs.

Ao encerrar esse capítulo, foram descritos os tipos de USVs em desenvolvimento e aquisição pela marinha estadunidense: os MUSVs e os LUSVs. Também foram relacionados com as suas possibilidades de emprego em proveito das operações navais através do embarque de módulos que os configurem para atender as demandas das tarefas.

Ademais, foram identificadas e apontadas as vantagens e desvantagens dos USVs através da consideração das chamadas missões três “D” e outras características e capacidades desses meios.

4 NECESSIDADES ESPECÍFICAS DOS USVS

Buscando uma compreensão mais clara e próxima de uma realidade tangível acerca dos navios autônomos, foi realizada uma entrevista com o Sr. Felipe Lima, CEO da empresa uSEA. Observando-se os argumentos apresentados por ele, verifica-se que a decisão da marinha estadunidense de ampliar os investimentos em meios autônomos de superfície está completamente alinhada com a evolução que está em curso na indústria naval.

Fruto dessa entrevista, percebeu-se que as necessidades para o desenvolvimento e aquisição dos USVs não dependem, relativamente, de muitos recursos financeiros, pois a maior parte da tecnologia já está disponível comercialmente. Quando se fala em uma embarcação do porte de um pequeno navio patrulha, não há muita complexidade em seu desenvolvimento, uma vez que o mercado já opera com meios similares que podem passar por adaptações para adequá-los a esse emprego.

O Sr. Felipe Lima traça uma linha que divide a viabilidade de desenvolvimento dos USVs, onde considera o atual estado de desenvolvimento e disponibilidade de tecnologias qualificadas. De um lado estão os projetos de dimensões de um navio patrulha, cuja construção é vantajosa financeiramente se comparada com os meios tradicionais. Do outro lado estão os navios de dimensões equiparadas a de uma corveta, onde o seu desenvolvimento passa a ser mais dispendioso, quando comparado aos meios tradicionais, sem considerar a questão da escala.

Para uma embarcação do porte de uma corveta, as tecnologias disponíveis no mercado atualmente, que permitiriam uma economia em sua construção, ainda estão limitadas. Não é impossível projetar e desenvolver meios autônomos maiores e mais complexos. Porém a exigência de aportes financeiros para o desenvolvimento de tecnologia fará com que esses meios fiquem muito custosos, perdendo vantagem em comparação com as embarcações

tripuladas. Salvo se forem construídas várias unidades da classe desenvolvida, o que permitiria a diluição dos investimentos realizados em inovação.

Foi obtido na entrevista, uma estimativa de custos para a construção de um navio patrulha de cerca de 30 metros de comprimento. Sem considerar o armamento a ser instalado, ficaria em torno de R\$ 30 milhões. Esse valor está coerente, se comparado com o custo apresentado no capítulo anterior de US \$ 20 milhões para o Sea Hunter. Observe-se que o montante desse protótipo estadunidense já inclui alguns sistemas para operações antissubmarino e ele é maior, possuindo 40 metros de comprimento.

Verificando-se os dados do contrato da Marinha do Brasil para o Navio Patrulha de 500 Toneladas (NP500)³⁸, o valor global para a construção de cinco navios ficou em US \$ 206.600.292,00. O custo de cada unidade fica em US \$ 41.320.058,40. Em um primeiro momento não se pode comparar somente os valores financeiros, inclusive porque o porte dos NP500 é diferente, o comprimento do navio é maior que 50 metros. Mas observe que a vantagem dos meios autônomos envolve, juntamente, a redução de suas dimensões. Dessa forma, um navio autônomo será menor em tamanho, peso e custos de construção e operação quando comparado com um tripulado empregado nas mesmas tarefas. Para que essa comparação seja mais justa, deve-se fazer um estudo técnico aprofundado, e isso não será objeto desta dissertação.

Lima, em sua entrevista, comenta sobre um ciclo virtuoso nos navios autônomos. Ele inicia-se quando a tripulação é retirada de bordo dos navios. Sem a tripulação, não há necessidade das acomodações, dos sistemas de conforto e segurança dos tripulantes e de espaços dedicados a armazenagens diversas. De fato, o navio reduz em tamanho, peso e custos, e isso segue gerando outras economias, como a de combustível. É importante concluir

³⁸ Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/relatorio-gestao/prog_e_proj_estrategicos_npa500_arq4.pdf>. Acesso em: 31 de julho de 2021.

com isso, que um navio autônomo tem muitas vantagens quando comparado com um navio convencional, que seja empregado para as mesmas finalidades.

Ainda sobre a redução de custos, além da economia na construção e operação, há menor necessidade de força de trabalho embarcada, para ser empregada na condução do meio. Isso reduz significativamente os gastos com pessoal e permite uma redução do contingente da Força. É claro que os meios autônomos não são capazes de substituir os navios tradicionais em todas as operações de defesa, mas seguir o conceito da marinha estadunidense de mesclar a composição da esquadra parece ser o caminho futuro para todas as marinhas.

No que se refere à manutenção, as necessidades permanecem as mesmas de um navio convencional. A vantagem, observando-se o ciclo virtuoso citado, é a redução da quantidade de sistemas e das dimensões do próprio meio, que exigirão menos esforços, gastos e tempo nessa atividade. O automatismo da manutenção existe em algum nível, mas dificilmente será integral mesmo no futuro.

O fato é que a demanda pela manutenção reduz e isso aumenta a capacidade de permanência dos USVs em uma área de interesse. Objetivando ampliar essa vantagem, pode-se manter somente de alguns poucos sistemas de habitabilidade na arquitetura do navio. Eles devem proporcionar à embarcação uma capacidade limitada de receber temporariamente uma pequena equipe, que possa subir a bordo, mesmo no mar durante as operações, para realizar as manutenções e monitorar alguma atividade de maior interesse ou necessidade.

Outro fator que amplia a capacidade de permanência dos USVs é a sua autonomia, agora em termos de combustível. Sendo esses meios menores e possuidores de menos sistemas, o seu consumo de combustível reduz, proporcionando um maior raio de ação, quando comparado com os meios tradicionais. Essas embarcações também podem dedicar mais espaços para tanques de armazenagem de combustível, sem a necessidade dos tanques de aguada para a tripulação. A questão do reabastecimento no mar foi abordada na entrevista

e na pesquisa, porém ainda não se verificou informações relevantes sobre o desenvolvimento de sistemas acerca desse tema.

Outras questões logísticas como gêneros alimentícios, material de consumo comum, medicamentos e subsídios hospitalares, além da própria aguada, estão dispensadas para a operação desses navios. Isso contribui para simplificar o planejamento do seu emprego e ampliar a sua capacidade de permanência, na comparação com os meios convencionais.

Entrando, nas questões das vulnerabilidades que demandarão ações para contrapô-las, uma desvantagem substancial para os USVs é sua vulnerabilidade contra ataques cibernéticos. Os hackers podem atacar o sistema de controle central desses meios e buscar tomar o seu controle. Ou podem se limitar à invasão do sistema de controle para adquirir informações sobre a operação em curso, corromper ou danificar arquivos e vaziar dados para terceiros não autorizados, sem o conhecimento operador original.

Para mitigar essa ameaça, devem ser criadas camadas de segurança cibernética, que demandarão pessoal técnico com profundo conhecimento acerca desse assunto e com grande dedicação para manter essas proteções atualizadas. Essas camadas devem estar presentes nos softwares e nos canais de comunicação. Observe-se que as comunicações são a grande porta de acesso para os ataques cibernéticos, e o uso de satélites próprios é capaz de reduzir significativamente os riscos na operação dos USVs.

Uma outra medida para preservar os meios das consequências de um ataque cibernético é a adoção de rotinas pré-programadas. Insere-se tais rotinas no sistema de controle do meio para que ele possa adotá-las na percepção de um ataque ou no caso de perda de comunicações. Elas podem consistir na adoção de rotas para retorno autônomo da embarcação para a sua base, a manutenção da sua posição ou a demanda para um ponto de fundeio pré-determinado.

Um outro ponto que não é tanto uma vulnerabilidade, e sim uma limitação, são as comunicações. Elas podem ser por rádio ou via satélite. Na comunicação satelital, a alocação de banda, caso não seja adequada, pode limitar a velocidade da transmissão de dados. Os meios autônomos, para permitir uma melhor consciência situacional de seus operadores em terra, possuem muitos sensores e câmeras, que geram um grande pacote de dados que precisam ser transmitidos. Mesmo considerando a filtragem das informações relevantes, o tamanho desses pacotes pode ser grande, principalmente nos momentos mais críticos que exijam a análise de vídeos e imagens. Caso a banda alocada não seja adequada, afetará a noção do ambiente em torno dos USVs, por parte de seus operadores, ou tornará as ações demandadas intempestivas.

Isso é mais um ponto que evidencia a necessidade de uma capacidade satelital própria, que permita a seleção da banda alocada nas operações seja condizente com as necessidades de emprego seguro e tempestivo dos meios autônomos.

Passando para a necessidade de investimento em infraestrutura para as operações com meios de superfície autônomos, não existem grandes demandas nesse quesito. A estrutura de base e de manutenção não são muito diferentes das atuais que operam os meios convencionais. Cabendo, apenas, o desenvolvimento de um centro que permita a operação e o monitoramento desses meios a partir de terra.

Quanto à capacitação de pessoal, a maior dificuldade é a quebra de paradigma para operar esses meios a distância ou a aceitação da sua capacidade decisória autônoma, no seu emprego operativo. É mais uma questão de adaptação ao novo *modus operandi* do que a exigência de grandes investimentos em treinamento.

Dado o exposto, conclui-se que as necessidades específicas dos meios autônomos não demandam muitos recursos ou estruturas diferentes das que a marinha possui.

Trata-se de meios cuja necessidade de investimentos varia conforme o porte do navio. Os do porte de um navio patrulha, já possuem tecnologia desenvolvida e qualificada no mercado. Isso proporciona uma vantagem em seus custos de construção e operação quando comparado com os navios convencionais. Passando-se para o porte de uma corveta, haverá a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias que encarecerão o projeto.

O ponto chave para uma operação mais segura desses meios é a existência de uma estrutura satelital própria. Isso não é limitante, porém permite uma camada de segurança cibernética mais robusta, além da autonomia para a alocação de banda adequada para as comunicações com os USVs em operação.

4.1 Ações em curso na MB

Para descrever as ações em curso na MB em prol dos meios de superfície autônomos, será utilizado como fonte de busca o Planejamento Estratégico da Marinha (PEM) 2040, lançado em 2020. Esse documento foi definido pelo Almirante de Esquadra Ilques Barbosa Junior (1954-) na “Mensagem do Comandante da Marinha” constante no próprio:

“O Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040) é um documento de alto nível, com o propósito de orientar o planejamento de médio e longo prazo, por meio de Objetivos Navais (OBNAV) organizados em uma cadeia de valores, orientados pela Visão de Futuro da Marinha do Brasil (MB). A partir da análise desses objetivos, são elaboradas as Ações Estratégicas Navais (AEN), que contribuirão para o alcance da Missão da Força.”. (BRASIL, 2020, p. 7)

Para prosseguir a descrição das ações, faz-se mister observar a visão de futuro da MB:

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

De fato, os meios de superfície autônomos se encaixam perfeitamente como unidades qualificadas para facilitar o alcance da visão de futuro da MB. Trata-se de meios modernos e capazes de contribuir para a defesa da pátria e dos seus interesses no mar.

Eles são citados no PEM, no subitem que trata dos requisitos para um sistema defensivo proativo, quando é abordada a importância da implementação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAZ)³⁹. No que tange ao controle dos espaços marítimos, fica definido que “o esforço defensivo deve ser intensificado nas áreas marítimas contíguas às zonas produtivas, por intermédio de sensores ativos, como veículos aéreos, marítimos ou subaquáticos, não tripulados, remotamente controlados” (BRASIL, 2020).

Porém, ainda não há ação, em termos de subprograma ou projeto, que indique que a MB esteja planejando o desenvolvimento de USVs. Seja na Estratégia Naval (EN) que fala sobre a construção do núcleo do poder naval, seja na EN que aborda o poder naval do futuro, ambas dentro do OBNAV que trata da modernização da força naval. Não há a previsão de desenvolvimento ou aquisição de meios de superfície autônomos.

Há diversas AEN que poderiam abarcar um projeto de construção de USVs, onde haveria uma grande contribuição para os seus respectivos OBNAV. Porém, esta dissertação não irá relacioná-los e se limitará a concluir que não há ação em curso na MB em prol dessa inovação.

³⁹ Segundo o PEM 2040, o SisGAAz consiste em um grande “sistema de sistemas” destinado a prover monitoramento e o controle sobre nossas águas jurisdicionais, com dupla funcionalidade nos campos militar e civil.

5 CONCLUSÃO

O propósito desta dissertação foi deduzir a importância, para a MB, do acompanhamento do crescimento do interesse da marinha estadunidense em meios de superfície autônomos. Verificou-se tratar de uma quebra de paradigmas que alterará a composição da esquadra dos Estados Unidos em prol de um reaparelhamento capaz de enfrentar os desafios contemporâneos. Dentre as mudanças, espera-se uma nova combinação de meios, integrando-se os USVs em desenvolvimento e aquisição aos tradicionais navios militares em uso.

Essa reestruturação acarretará novas estratégias, adequações orçamentárias e jurídicas, além de demandas materiais e humanas, exigindo que os demais países busquem se adaptar e adotar essa nova tendência.

Inicialmente, no intuito de identificar as motivações para o crescimento do investimento em meios de superfície autônomos, percebeu-se que o mundo VUCA traz muitos desafios e impõe limitações como restrições de material e de recursos humanos. Percebeu-se, que os USVs são adequados para transpor essas dificuldades, pois agregam qualidades que permitem a redução de custos e de pessoal em sua operação.

Outra provocação do mundo VUCA é a incerteza nas relações. A consequência disso é a criação de um ambiente competitivo, o qual tem sido observado com o surgimento da China e o ressurgimento da Rússia no cenário mundial. Verificou-se que o incremento das capacidades A2/AD desses dois países, sobretudo os mísseis antinavio hipersônicos, instaram a marinha estadunidense a buscar essa mudança na composição da sua esquadra através da incorporação de meios relativamente menores, mais baratos, e adequados para operar em áreas negadas.

Quanto a identificação das questões políticas e estratégicas que levaram à decisão do incremento do investimento em meios de superfície autônomos, foi observado que desde o

fim da Guerra Fria, o foco da defesa estadunidense era enfrentar instabilidades geradas por potências regionais como Iraque, Coreia do Norte e Irã, e por atores não estatais, como grupos terroristas. Esses adversários não impunham grandes ameaças aos meios navais estadunidenses e exigiam a capacidade de projeção de poder sobre terra. Porém esse jogo mudou, principalmente com a entrada da China no tabuleiro, o que influenciou a demanda pelos USVs.

A evolução da conjuntura geopolítica mundial fez com que os Estados Unidos buscassem adaptar as suas estratégias de defesa às novas ameaças. Fruto disso, expediu em 2018 o NDS, que visa direcionar a estratégia geral estadunidense em prol da ampliação da sua vantagem competitiva. No intuito de descrever o alinhamento da decisão do incremento do investimento em meios de superfície autônomos com o NDS, foram analisadas as três linhas de esforço apontadas no documento e comparadas com as características e potenciais dos USVs.

Dessa forma, constatou-se o esforço da marinha estadunidense em inovar suas capacidades para atender as novas demandas de defesa. É certo que não são as mesmas circunstâncias pelas quais passa a MB, embora haja semelhanças como a busca pela economicidade de recursos e de emprego de pessoal. Porém, fica claro que é necessário observar e acompanhar a evolução dos USVs, pois o seu emprego pode ser muito variado e as suas vantagens podem ser exploradas em proveito das necessidades operacionais e estratégicas da defesa marítima brasileira.

Os meios de superfície autônomos, em operação ou em desenvolvimento na marinha estadunidense, foram descritos e relacionados com as suas possibilidades de emprego. Observou-se que a marinha estadunidense selecionou dois tipos de meios para concentrar os seus esforços no desenvolvimento e aquisição dos USVs: os MUSVs e os LUSVs. Ademais, os Estados Unidos estão empregando o protótipo Sea Hunter, considerado um MUSVs

projetado para a guerra antissubmarino, e dois navios comerciais, originalmente tripulados, convertidos em navios completamente autônomos para compor a chamada *Ghost Fleet Overlord*. Esses meios já em operação estão sendo testados e experimentados em proveito do desenvolvimento e aceleração dos programas dos novos USVs.

Ao apontar as vantagens e desvantagens dos USVs, observou-se que os sistemas autônomos são particularmente adequados para as missões onde o homem seja o fator limitante do desempenho, chamadas de missões três “D”: *Dull, Dirty, or Dangerous*. Os meios autônomos não têm as mesmas limitações que o corpo humano e qualquer dano eventual será apenas uma perda material. Algumas desvantagens também foram apresentadas, dentre elas a dependência das comunicações para a operação desses meios. Apesar disso, considerando a opção da marinha estadunidense de incrementar os investimentos em meios de superfície autônomos, essas vantagens e desvantagens já foram pesadas e tenderam para o lado que amplia o desenvolvimento e a aquisição dos USVs.

É importante considerar que os USVs consistem em uma tecnologia estratégica que precisa ser desenvolvida. Dificilmente um país que a detém a transmitirá para outro. Aí está a importância de a MB desenvolver projetos que permitam ao Brasil lançar mão das vantagens que a obtenção desse conhecimento traz. Trata-se de meios menos custosos e que reduzem os riscos para a integridade física dos marinheiros. Eles podem ser empregados em uma variedade de missões incluindo inteligência, vigilância, reconhecimento e ações ofensivas.

Ao discutir as necessidades específicas dos USVs, verificou-se que são meios cuja necessidade de investimentos varia conforme o porte do navio. Os do porte de um navio patrulha, já possuem tecnologia desenvolvida e qualificada no mercado. Isso proporciona uma vantagem em seus custos de construção e operação quando comparado com os navios convencionais. Passando-se para o porte de uma corveta, haverá a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias que encarecerão o projeto.

As questões relacionadas à estrutura física, manutenção e capacitação de pessoal exigem poucos investimentos e um ponto importante para a operação segura desses meios é a existência de uma estrutura satelital própria. Embora não seja limitante, ela permite uma camada de segurança mais robusta ante às ameaças de ataques cibernéticos, além de uma autonomia para a alocação da banda adequada para a operação dos USVs.

Na intenção de descrever as ações em curso na MB em prol dessa inovação, constatou-se que ainda não há ação, em termos de subprograma ou projeto, que indique o planejamento ou o desenvolvimento de USVs. Seja na Estratégia Naval (EN) que fala sobre a construção do núcleo do poder naval, seja na EN que aborda o poder naval do futuro, ambas dentro do OBNAV que trata da modernização da força naval, não há a previsão de desenvolvimento ou aquisição de meios de superfície autônomos.

Dado o exposto, conclui-se que o crescimento do interesse em USVs pode indicar uma nova tendência para a composição das esquadras. A compreensão desse fenômeno é importante para evitar um descompasso material e estratégico com as marinhas possuidoras de maiores recursos.

Embora os motivos que levaram a marinha estadunidense a investir em USVs sejam questões geopolíticas e estratégicas diferentes da realidade da defesa brasileira, qualquer quebra de paradigma como esse trará demandas que, se antecipadas, serão vantajosas para a MB.

No PEM 2040, há a previsão desse tipo meio operando em proveito do SisGAAZ, porém a falta de um subprograma ou projeto indica que a materialização de USVs nacionais navegando em águas brasileiras ainda está distante.

Não se justifica, pois trata-se de meios que demandam pouco investimento para o seu desenvolvimento e operação. Além disso, muitas das tecnologias disponíveis comercialmente

podem ser adaptadas em proveito da defesa, facilitando ainda mais os projetos que envolvam a construção de USVs.

As exigências do mar muitas vezes impõem escolhas conservadoras para o desenvolvimento de navios, porém é preciso reconhecer os USVs como uma tecnologia disruptiva capaz de forçar mudanças drásticas nas composições das esquadras. Na verdade, eles são a resposta ao aumento do alcance, da velocidade e da letalidade dos armamentos. Assim como aos questionamentos da sociedade para os gastos militares e para as baixas em combate.

Por fim, sugere-se como futura linha de pesquisa, um estudo acerca da possível mudança do centro de gravidade na guerra naval, passando dos navios capitais para as redes de comunicações. Caso se concretize a tendência de adoção de meios autônomos na composição das esquadras, as redes de comunicações passarão a ser cada vez mais vitais para a condução das guerras, justificando a relevância da linha de pesquisa proposta.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. *EMA-305: Doutrina Militar Naval*. Brasília, 2017.

BRASIL. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. *Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)*. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. *MD35-G-01: Glossário das Forças Armadas*. 5. ed. Brasília, 2015.

CLARK, Bryan; HAYNES, Peter; MCGRATH, Bryan; HOOPER, Craig; SLOMAN, Jesse; WALTON, Timothy A.. *Restoring American Seapower: a new fleet architecture for the United States Navy*. Washington, Dc: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2017. 140 p. Disponível em: <https://csbaonline.org/uploads/documents/CSBA6292-Fleet_Architecture_Study_REPRINT_web.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2021.

DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency. *Sea Hunter Prototype Transitions to Office of Naval Research for Further Development*. 2018. Disponível em: <<https://www.darpa.mil/news-events/2018-01-30a>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

ECKSTEIN, Megan. *US Navy, Pentagon to test large unmanned ships as program winds down*. 2021. Disponível em: <<https://www.defensenews.com/naval/2021/07/13/us-navy-pentagon-to-test-large-unmanned-ships-in-operationally-relevant-scenarios-as-program-winds-down/>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

ERGENE, Yigit. *Analysis Of Unmanned Systems in Military Logistics*. 2016. 83 f. Master Of Business Administration, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, 2016. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1030852.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

GILDAY, M. *CNO NAVPLAN 2021*. 2021. Disponível em: <<https://media.defense.gov/2021/Jan/11/2002562551/-1/-1/1/CNO%20NAVPLAN%202021%20-%20FINAL.PDF>>. Acesso em: 17 jul. 2021

GRADY, John. *Panel: unmanned surface vessels will be significant part of future u.s. fleet. Unmanned Surface Vessels Will be Significant Part of Future U.S. Fleet*. 2019. Disponível em: <<https://news.usni.org/2019/04/15/panel-unmanned-surface-vessels-will-be-significant-part-of-future-u-s-fleet>>. Acesso em: 27 jun. 2021

HARPER, Jon. *Eagle vs Dragon: How the U.S. and Chinese Navies Stack Up*. 2020. Disponível em: <<https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2020/3/9/eagle-vs-dragon-how-the-us-and-chinese-navies-stack-up>>. Acesso em: 17 jul. 2021

IISS - The International Institute for Strategic Studies. *Russia test-fires Tsirkon hypersonic missile*. 2021a. Disponível em: <<https://www.iiss.org/blogs/analysis/2021/07/mdi-russia-tsirkon-hypersonic-missile>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

IISS - The International Institute for Strategic Studies. *The Military Balance 2021*. Abingdon: Routledge Journals, 2021b. 525 p.

JACOBS, Thomas Owen. *Strategic Leadership: the competitive edge*. Washington, DC: National Defense University, Industrial College of the Armed Force, 2002. 262 p

LARTER, David B. *A classified Pentagon maritime drone program is about to get its moment in the sun*. 2019. Disponível em: <<https://www.defensenews.com/naval/2019/03/14/a-classified-pentagon-maritime-drone-program-is-about-to-get-its-moment-in-the-sun/>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

MACIAS, Amanda. *The first drone warship just joined the Navy and now nearly every element of it is classified*. 2018. Disponível em:< <https://www.cnbc.com/2018/04/25/first-drone-warship-joins-us-navy-nearly-every-element-classified.html>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MCCAIN, John. *Restoring American Power*. Washington, Dc: Senate Armed Services Committee, 2017. 28 p. Disponível em: <<https://www.hsdl.org/?view&did=798107>>. Acesso em: 03 jul. 2021.

ONG, Peter. *Op-Ed: is it time for the U.S. Navy to build the drone carrier warship?*. 2021. Disponível em: <<https://www.navalnews.com/naval-news/2021/04/op-ed-is-it-time-for-the-u-s-navy-to-build-the-drone-carrier-warship>>. Acesso em: 03 jul. 2021.

RAND - National Defense Research Institute. *U.S. Navy Employment Options for Unmanned Surface Vehicles (USVs)*. 2013. Disponível em: <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR300/RR384/RAND_RR384.sum.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2021.

SHELBOURNE, Mallory. *Navy to Use Sea Hunter in Fleet Exercises as Unmanned Systems Experimentation Continues*. 2020. Disponível em: <<https://news.usni.org/2020/09/30/navy-to-use-sea-hunter-in-fleet-exercises-as-unmanned-systems-experimentation-continues>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

SINGER, P. W. *Wired for war: the robotics revolution and conflict in the 21st century*. New York: Penguin Books, 2009. 499 p.

TANGREDI, Sam J. *Anti-Access Warfare: countering a2/ad strategies*. Annapolis, Md: Us Naval Institute Press, 2013. 320 p.

TILL, Geoffrey. *Seapower: a guide for the twenty-first century*. 2. ed. Abingdon: Routledge, 2009. 409 p.

UNITED STATES OF AMERICA. Chief of Naval Operations. *Report to Congress on the Annual Long-Range Plan for Construction of Naval Vessels for Fiscal Year 2022*. 2021e. Disponível em: <https://media.defense.gov/2021/Jun/17/2002744915/-1/-1/0/PB22%20SHIPBUILDING%20PLAN%20JUNE%202021_FINAL.PDF>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Congressional Research Service. *China Naval Modernization: Implications for U.S. Navy Capabilities - Background and Issues for Congress*. 2021b. Disponível em: <<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/RL/RL33153/251>>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Congressional Research Service. *Navy Force Structure and Shipbuilding Plans: Background and Issues for Congress*. 2021d. Disponível em: <<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/RL/RL32665/340>>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Congressional Research Service. *Navy Large Unmanned Surface and Undersea Vehicles: Background and Issues for Congress*. 2021a. Disponível em: <<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45757/35>>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Defense. *U.S. Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*. 2021c. Disponível em: <<https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/dictionary.pdf>>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Defense. *Unmanned Systems Roadmap 2007-2032*. 2007. Disponível em: <<https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/18247>>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of the navy. *Unmanned Campaign Framework*. 2021. Disponível em: <https://www.navy.mil/Portals/1/Strategic/20210315%20Unmanned%20Campaign_Final_LowRes.pdf?ver=LtCZ-BPIWki6vCBTdgtDMA%3D%3D>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. *Summary of the 2018 National Defense Strategy of the United States of America*. 2018. Disponível em: <<https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/2018-National-Defense-Strategy-Summary.pdf>>. Acesso em: 10 jul 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. U.S. Army War College. Department of Command, Leadership, and Management. *Strategic Leadership Primer*. 3. ed. Carlisle, PA: Department of Command, Leadership, and Management, United States Army War College, 2010. 66 p. Disponível em: <<https://publications.armywarcollege.edu/pubs/3516.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

WIRTZ, James. *Unmanned Ships and the Future of Deterrence*. 2021. Disponível em: <<https://www.usni.org/magazines/proceedings/2021/july/unmanned-ships-and-future-deterrence>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

YARGER, Harry R. *Strategic theory for the 21st century: the competitive edge*. 2006. 83 f. Strategic Studies Institute, U.S. Army War College, Carlisle, PA, 2006. Disponível em: <<https://permanent.fdlp.gov/websites/ssi.armywarcollege.edu/pdffiles/PUB641.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

ANEXO A

Table 1. Numbers of Certain Types of Chinese and U.S. Ships Since 2005
(Figures for Chinese ships taken from annual DOD reports on military and security developments involving China)

Year of DOD report	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020 change from 2005
Ballistic missile submarines	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	+3
Nuclear-powered attack submarines	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	0
Diesel attack submarines	51	50	53	54	54	54	49	48	49	51	53	57	54	47	50	46	-5
Aircraft carriers	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	+2
Cruisers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	+1
Destroyers	21	25	25	29	27	25	26	26	23	24	21	23	31	28	33	32	+11
Frigates	43	45	47	45	48	49	53	53	52	49	52	52	56	51	54	49	+6
Corvettes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15	23	23	28	42	49	+49
Missile-armed coastal patrol craft	51	45	41	45	70	85	86	86	85	85	86	86	88	86	86	86	+35
Amphibious ships: LSTs and LPDs	20	25	25	26	27	27	27	28	29	29	29	30	34	33	37	37	+17
Amphibious ships: LSMs	23	25	25	28	28	28	28	23	26	28	28	22	21	23	22	21	-2
Total of types above (does not include other types, such as auxiliary and support ships)	216	221	222	233	262	276	276	271	273	283	294	303	317	306	335	333	+117
China Coast Guard ships	n/a	185	240	248	255	n/a											
Total U.S. Navy battle force ships (which includes auxiliary and support ships but excludes patrol craft)	291	282	281	279	282	285	288	284	287	285	289	271	275	279	286	296	+5
Total U.S. Navy battle force ships compared to above total for certain Chinese ship types	+75	+61	+59	+46	+20	+9	+12	+13	+14	+2	-5	-32	-42	-27	-49	-37	-112

FIGURA 1: Tabela comparativa entre o quantitativo de meios da marinha estadunidense e da marinha chinesa.

Fonte: UNITED STATES OF AMERICA, 2021b, p.7.

ANEXO B

Table 2.1 FY2007–13 President's Budget for Unmanned Systems

PORs FY08PB (\$M)	Funding Source	FY07	FY08	FY09	FY10	FY11	FY12	FY13	TOTAL
UGV	RDT&E*	\$198.2	\$215.4	\$199.8	\$167.5	\$129.3	\$58.5	\$20.0	\$989
	PROC*	\$106.5	\$39.3	\$29.7	\$18.3	\$17.9	\$156.3	\$481.5	\$849
	O&M*	\$156.0	\$5.7	\$8.8	\$10.3	\$11.0	\$12.1	\$12.7	\$217
UAS	RDT&E	\$760.8	\$814.8	\$1246.7	\$1334.9	\$1181.8	\$859.1	\$839.5	\$7,038
	PROC	\$878.4	\$1370.3	\$2025.1	\$2010.5	\$1725.7	\$1750.8	\$1585.7	\$11,346
	O&M	\$590.0	\$352.3	\$367.7	\$421.2	\$458.8	\$501.5	\$552.0	\$3,244
UMS	RDT&E	\$43.8	\$22.7	\$34.5	\$77.0	\$86.0	\$101.9	\$131.9	\$498
	PROC	\$1.7	\$2.7	\$3.2	\$4.8	\$40.8	\$25.0	\$25.1	\$103
	O&M	\$4.3	\$3.1	\$2.8	\$2.3	\$3.9	\$5.9	\$6.9	\$29
TOTAL		\$2731.5	\$2825.4	\$3949.6	\$4041.6	\$3657.3	\$3461.3	\$3643.5	\$24,310

* RDT&E = Research, Development, Test, and Evaluation; PROC = Procurement; O&M = Operations and Maintenance

FIGURA 2: Tabela comparativa de gastos com meios autônomos aéreos, terrestres e marítimos no período de 2007 a 2013.

Fonte: UNITED STATES OF AMERICA, 2007, p.10.

ANEXO C

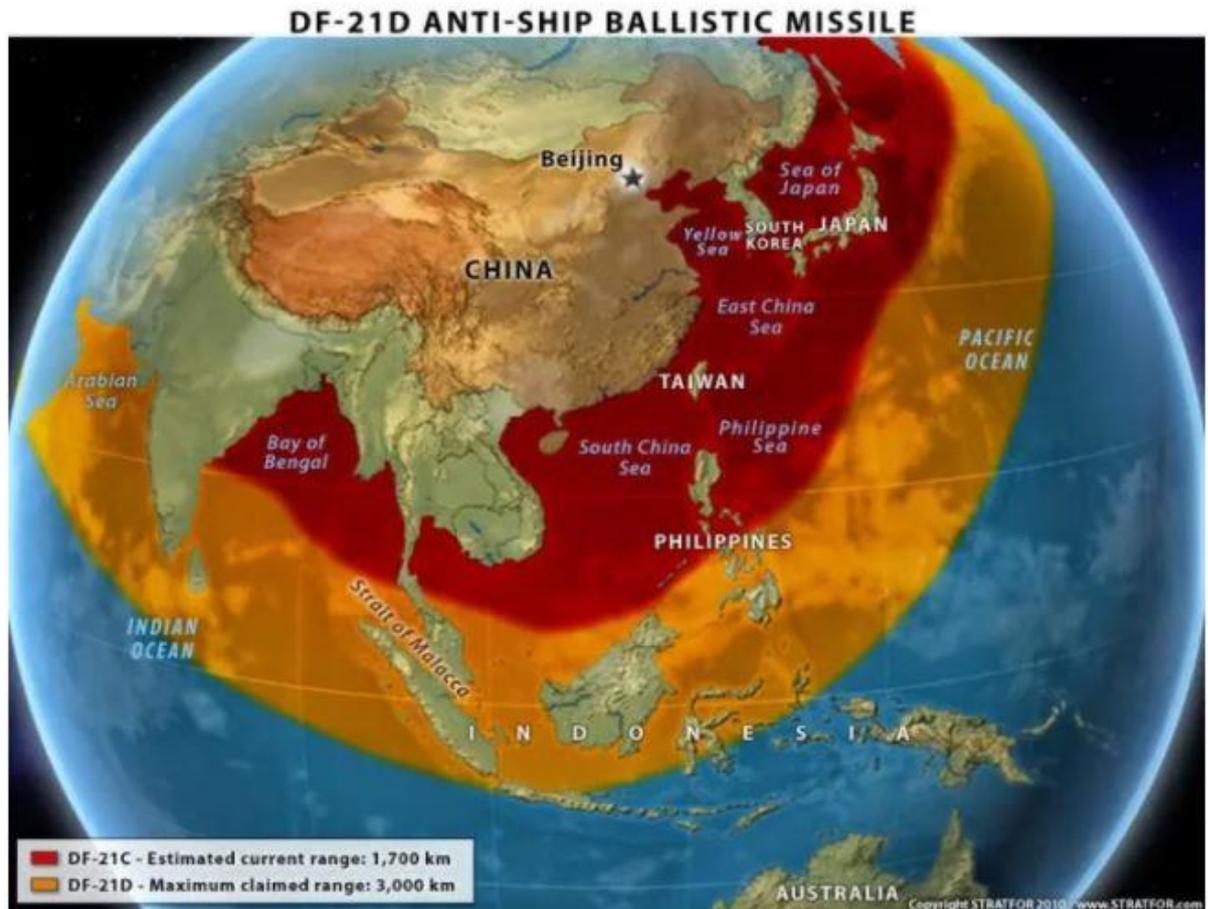
Table 2. 355-Ship Goal Compared to December 9, 2020, and June 17, 2021, Documents

Ship type	355-ship goal	Emerging force-level goal in Trump Administration December 9, 2020, document	Emerging force-level goal in Biden Administration June 17, 2021, document
Ballistic missile submarines (SSBNs)	12	12	12
Attack submarines (SSNs)	66	72 to 78	66 to 72 ^d
Aircraft carriers	12	n/a ^a	9 to 11
<i>Large aircraft carriers (CVNs)</i>	12	8 to 11 ^a	n/a
<i>Light aircraft carriers (CVLs)</i>	0	0 to 6 ^b	n/a ^e
Large surface combatants (cruisers and destroyers)	104	73 to 88	63 to 65
Small surface combatants (frigates and Littoral Combat Ships [LCSs])	52	60 to 67	40 to 45
Amphibious ships	38	61 to 67	48 to 63
<i>Large-deck (LHA/LHD)</i>	12	9 to 10	8 to 9
<i>LPD-type</i>	26	n/a	16 to 19
<i>Light Amphibious Warships (LAWs)</i>	0	n/a	24 to 35
<i>LPD-type and LAWs combined</i>	26	52 to 57	40 to 44
Combat Logistics Force (CLF) ships	32	69 to 87 ^c	56 to 75 ^f
Command and support ships	39	27 to 30	27 to 29
Subtotal manned ships	355	382 to 446	321 to 372
Unmanned and optionally manned ships	0	143 to 242	77 to 140
<i>Large and medium unmanned surface vessels (LUSVs and MUSVs)</i>	0	119 to 166	59 to 89
<i>Extra-large unmanned underwater vehicles (XLUUVs)</i>	0	24 to 76	18 to 51
TOTAL manned and unmanned ships	355	525 to 688	398 to 512

Source: Table prepared by CRS based on U.S. Navy data. n/a means not available.

FIGURA 3: Tabela comparativa com a previsão da composição da esquadra estadunidense.
 Fonte: UNITED STATES OF AMERICA, 2021d, p.7.

ANEXO D



This chart shows the estimated ranges of the Chinese PLA's DF-21C and D variants, fired from trucks on land. It's unknown on if the DF-21s can actually hit a moving ship, but all of the INDO-PACOM region is threatened and covered by these PLA's ballistic Anti-Ship missiles. STRATFOR 2010 image.

FIGURA 4: Estimativa de alcance do míssil antinavio chinês DF-21D.

Fonte: ONG, 2021.

APÊNDICE

Roteiro da entrevista com o CEO da empresa uSEA

Foi realizada em 24 de julho de 2021, uma entrevista por videoconferência com o Sr. Felipe Lima, CEO da empresa norueguesa uSEA.

Felipe Lima cursou o Colégio Naval e parte do curso de graduação da Escola Naval. É graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense, Mestre em Engenharia Submarina pela Universidade de Aberdeen e Mestre em Inovação e Empreendedorismo pela Universidade de Oslo. Tomou parte e liderou inúmeros projetos *offshore*, em diversos países, em todos os estágios desde estudos de viabilidade até construção e comissionamento. Atualmente é CEO da empresa uSEA na Noruega.

A uSEA foi fundada em 2017 na Noruega para oferecer serviços submarinos de *survey*, inspeção e intervenção leve utilizando sistemas autônomos e operados remotamente. Desde a fundação, a equipe da uSEA tem se dedicado exclusivamente ao desenvolvimento e qualificação de embarcações não tripuladas e sistemas de bordo especializados na operação integrada com veículos submarinos não tripulados dos tipos AUV, ROV e ROTV. A partir de 2022-2023, a uSEA entrará em fase comercial, oferecendo seus serviços para os mercados de óleo e gás, energia eólica, aquicultura, hidrografia, defesa e outros.

Perguntas:

1) Qual a vantagem que você vê na adoção de navios autônomos?

Resposta: Grande parte do espaço de um navio militar, por exemplo, é dedicado não só ao armamento, mas para acomodações da tripulação. E isso exige outros sistemas para prover segurança e conforto para os tripulantes, armazenamento de gêneros, plantas de ar-condicionado, aquecimento, esgoto, precisa de uma série de sistemas que no fim das contas

ocupam um espaço enorme no navio. Então, se você projetar um barco autônomo que venha a cumprir o mesmo objetivo, as mesmas tarefas que um certo tipo de barco convencional, ele vai ser menor e menos complexo. E com certeza vai ser mais barato.

Na nossa empresa é exatamente esse efeito que a gente percebeu e explora. O nosso barco tem 25 metros de comprimento. É um barco bem pequeno, mas que faz muitos serviços que normalmente são feitos pelos concorrentes com navios tripulados de 100 metros de comprimento. Não posso dizer que ele faz tudo, porque esses barcos em torno de 100 metros não fazem somente *survey*, eles podem ser empregados em algumas outras tarefas por terem instalados guindastes e outros sistemas para recolher e manejar módulos pesados. Eles podem fazer outras coisas que o nosso barco não faz, ele é mais especializado para fazer *survey* e para carregar veículos submarinos não tripulados.

2) No investimento que a marinha estadunidense está fazendo em navios autônomos, eles pretendem trabalhar com módulos, configurando os navios de forma a adequá-los às necessidades pontuais das missões. Esse modelo é possível? Quais são as vantagens e a relação de custos disso?

Resposta: Essa é uma tendência até, sei de empresas que estão desenvolvendo conceitos exatamente seguindo esse princípio de que você falou. Uma delas desenvolveu um navio com em torno de 90 metros de comprimento, do tamanho de uma corveta. Na concepção desse meio foram flexibilizados muitos padrões, muitas normas tradicionais de defesa, ou seja, inovaram e fizeram um navio de guerra baseado nos padrões dos navios comerciais. Fizeram isso porque eles perceberam que baixaria muito o custo, e o conceito de fazer um navio em torno de um convés capaz de receber qualquer tipo de módulo amplia muito as possibilidades. O navio é uma casca, é o transportador, e no centro dele podem ser colocados diversos tipos de módulos para diferentes missões. Então, eles podem configurar o

navio para guerra antiaérea, para varredura de minas, guerra antissubmarino, antissuperfície, eles podem configurar o navio em proveito de um amplo espectro de missões somente carregando com módulos diferentes. E o navio ainda pode ter outras interfaces orgânicas como o *moon pool*, que pode ser empregado em missões de guerra antissubmarino ou de minas. Hoje em dia ele é utilizado em muitas outras coisas como lançar cabo, suporte ao mergulho, içamento e lançamento de equipamentos submersos, etc. Em alto mar, a posição mais ou menos ali, a meia nau, na linha de centro, é onde as acelerações e as amplitudes são menores. Então ali é o ponto ótimo para lançar qualquer equipamento. Para o caso de navios de guerra que vão lançar veículos submarinos, tripulados ou não tripulados, é conveniente que tenha o *moon pool*. Se for para desenvolver um navio que seja multimissão, que seja configurável, é um atributo interessante que tenha o *moon pool*. Não é isso que vai transformar completamente o navio, não é a coisa mais importante, mas é um atributo relevante. O nosso navio, por exemplo, apesar de ser pequeno tem o *moon pool*. Normalmente são navios de maior porte que têm, mas a gente conseguiu colocar o *moon pool* num navio de 25 metros.

3) Sobre o *moon pool* eu não sei o que ele afeta na endurance do navio, porque em situações de combate eu não sei se ele se tornaria um ponto fraco na estrutura e afetaria na capacidade de absorver impactos. Agora, essa questão da empresa que você falou, que ela está trabalhando em cima de plataformas civis, a marinha estadunidense está empregando na *Ghost Fleet Overlord* navios *offshore* modificados que são a base para o desenvolvimento do projeto dos LUSVs. E o conceito modular é como você falou, eles são carregados nos navios conforme a configuração de emprego desejado.

Qual a estrutura física que você acha importante que permita desenvolver, construir e manter os navios autônomos?

Resposta: Depende, porque se a gente começar com o mais básico isso simplifica. Navios maiores têm sistemas mais complexos, sistemas de propulsão, geradores, máquinas auxiliares maiores. E esses sistemas muito grandes, normalmente precisam de manutenção mais frequente. Tem sistemas de propulsão e geradores que precisam fazer troca de óleo semanalmente. Quando eu digo navios maiores me refiro a navios na faixa de 100 metros e acima. No que se refere a automação de manutenção, isso está evoluindo, mas ainda não chegou lá. A automação de toda a manutenção que é feita manualmente não está pronta, ainda não está totalmente automatizada. Por isso é que a gente não vê ainda navios grandes autônomos. Então, a minha percepção é que tem duas tendências paralelas aí: uma tendência são barcos, não vou chamar de navios porque são pequenos mesmo, barcos pequenos não tripulados que estão ficando maiores. Especificamente em relação a meios para a defesa, algumas vezes é muito difícil saber a realidade, porque muita coisa não é divulgada, são projetos sigilosos, eu sei que existe, mas não sei em que ponto de desenvolvimento eles estão. O que eu posso dizer é em relação a evolução do desenvolvimento tecnológico comercial. Os barcos autônomos começaram com 1 metro de comprimento, carregando somente alguns sensores. Há poucos anos eles foram para 10, 15 metros. E agora estão indo para em torno de 20, 30 metros. Então, existe essa tendência de barcos muito pequenos irem crescendo, barcos que são autônomos ou não tripulados, eu vou dizer não tripulados, depois eu volto nesse ponto, esses barcos pequenos estão crescendo, isso é uma tendência, e essa tendência está na faixa de 25, 30 metros agora. A tendência paralela, a outra tendência, são barcos grandes, normalmente navios tanques, navios cargueiros, navios porta-contêineres que são navios gigantes e estão reduzindo gradualmente a tripulação ao passo que eles vão desenvolvendo a automação dos sistemas de bordo. Então, os navios que já são grandes estão ficando gradualmente menos tripulados e os barcos que não são tripulados estão ficando maiores e maiores. Eu vejo essas duas tendências muito claramente e elas vão se encontrar em algum

ponto comum. No meio civil tem diferentes institutos, diferentes áreas de pesquisas, diferentes empresas que trabalham com níveis de autonomia em vários padrões, com definições diversas. Mas pode-se dizer que há um espectro onde de um lado tem um barco totalmente autônomo, lançado de terra, que faz tudo igual aos navios tripulados, porém com todas as suas decisões autônomas. E do outro lado do espectro estão os navios que são pilotados remotamente ou até mesmo levemente tripulados. Indo além, barcos levemente ou temporariamente tripulados. Nesses, normalmente, muitos dos sistemas de bordo são controlados remotamente. Na tripulação não tem gente suficiente para guarnecer todos os sistemas que precisam ser controlados de alguma forma, ou que precisam ser monitorados pelo menos. Aí eles são monitorados e controlados de terra por uma equipe, uma tripulação mesmo, baseada em terra responsável pelos sistemas do navio. Além da automação de muitas operações que não precisam ser feitas manualmente ou controladas manualmente, são feitas automatizadas mesmo. Então, não existe um consenso sobre quais os níveis de autonomia, não existe, mas há esse espectro no qual diferentes empresas, diferentes áreas, e até mesmo países optam pelo nível de autonomia conforma suas conveniências.

4) Eu queria tentar ampliar sobre a questão das estruturas, para tentar identificar o que a Marinha do Brasil precisa fazer para poder começar o desenvolvimento de um projeto de um navio autônomo. Pergunto sobre qual o porte do estaleiro necessário, sobre as capacitações de pessoal, sobre a terceirização para o desenvolvimento desse projeto, em suma, o que você vê como necessário para desenvolver uma embarcação que pode até ser como a da sua empresa de 25 metros. Antecipando outra questão, essa embarcação é capaz de fazer pequenas patrulhas próximas da costa? Qual o tempo de permanência dela numa área de plataformas, por exemplo?

Resposta: Um navio em torno de 25, 30 metros é plenamente adequado para ser operado como patrulha. É possível construir um navio desse porte a um custo baixo. Afinal, construir um navio autônomo é mais barato ou mais caro que construir um navio tripulado. Isso depende. A questão é que se você conseguir simplificar o projeto do navio sem precisar investir no desenvolvimento de novas tecnologias, se você achar todas essas tecnologias necessárias para o seu navio no mercado, ele fica mais barato. No fim das contas você vai ter um barco com menor investimento de recursos financeiros do que se você fizesse um outro, para a mesma finalidade de emprego, porém convencional, tripulado. Se você quiser ir além da tecnologia que já está disponível, os custos começam a tomar um vulto maior. E é isso que acontece quando você passa de um determinado porte. Se você passa, por exemplo, de um navio patrulha para uma corveta, eu acho que você está cruzando uma linha, pois você precisará desenvolver a tecnologia que não está disponível ainda para um navio do porte de uma corveta totalmente não tripulada. A autonomia total para um navio do porte de uma corveta não está desenvolvida ainda, pelo menos não está disponível no mercado. Aí você tem que investir não só em construção, mas em desenvolvimento de equipamentos, em design. Se você cruzar essa linha e tiver que desenvolver tecnologia, aí é que o navio começa a ficar muito mais caro. Eu acho que essa linha, eu vou especular um pouco, porque eu não sou especialista em navios de defesa, mas fazendo um paralelo com o porte de navios usados na indústria seria como passar de um navio patrulha para uma corveta. É aí o ponto de inflexão onde abaixo dele você pode fazer navios patrulha mais baratos que navios convencionais, porque você vai encontrar todas ou quase todas as tecnologias que vai precisar no mercado já disponíveis. E o custo da construção desse navio vai ser menor, você terá menos sistemas e instalações nele, será um navio mais simples, apenas alguns subsistemas serão mais complexos como os sistemas de telemetria e comunicações, mas o custo adicional desses sistemas não superará a economia que você terá com os outros sistemas que não terá a bordo

pela ausência da tripulação. Eu vejo que a construção de um navio patrulha autônomo tende a ser mais barata que a de um convencional. Agora, se for feito o estudo de viabilidade de uma corveta autônoma, eu acredito que não será atingido o mesmo efeito. Não hoje, mas isso é questão de tempo. O desenvolvimento das tecnologias está indo nesse caminho. Então, daqui a alguns anos, essa linha que hoje está entre um navio patrulha e uma corveta, talvez esteja entre uma corveta e uma fragata.

5) Entendi essa relação dos custos com a necessidade de desenvolvimento de tecnologia, que limita o desenvolvimento dos navios autônomos a valores vantajosos. Mas será que em escala isso muda? É lógico que o desenvolvimento será mais custoso, mas em escala esses custos não seriam diluídos?

Resposta: Com certeza. O que vai gerar maior custo em um projeto de navios autônomos maiores é o desenvolvimento das tecnologias. Mas isso é um investimento feito apenas uma vez. Se você desenvolve a tecnologia, é só replicar na construção de outras embarcações. Todo o custo de desenvolver o protótipo, de testar, de dar tudo errado e ter que refazer e ir testando até dar certo, isso que é desenvolvimento de tecnologia. Uma vez que você conseguiu passar desse ponto e qualificar a tecnologia, pronto. Você agora domina o processo e é só construir em cima dessa tecnologia. Em escala o custo de cada unidade vai ser menor, com certeza. Em tudo, ou quase tudo, escala e volume é o que reduz os custos. Onde tem escala fica barato, e isso faria com que esses meios autônomos do porte de uma corveta passassem a ser mais vantajosos do que os tradicionais dedicados a um mesmo emprego.

6) Você consegue estimar, em valor, o custo de construção de um navio patrulha autônomo?

Resposta: Eu não tenho conhecimento de custos de armamento. Mas pegando um navio com tudo, exceto armamento, sendo capaz de navegar em segurança, de se comunicar, ou seja, um navio com a mesma capacidade de um navio civil com mais ou menos 30 metros de comprimento, eu diria que uma unidade sairia em torno de 30 a 40 milhões de reais. Chamo a atenção que é uma estimativa para um navio sem armamento e nos padrões comerciais. É importante também voltar a questão da escala, ela com certeza faz com que os custos fiquem mais compensadores. Os custos de desenvolvimento de um navio é uma coisa, se isso for diluído em mais meios é totalmente diferente.

7) Como fica a questão de *upgrades* ou modificações nos navios autônomos depois de lançados?

Resposta: Exatamente igual ao navio tripulado. Na verdade, isso vem a ser até mais importante, porque a tecnologia vai melhorando ao longo do tempo e o passo da aceleração da evolução da tecnologia dos navios autônomos está muito mais acelerado. Então, o navio autônomo pode ficar obsoleto mais rápido que um navio equivalente tripulado. É importante que sejam feitos upgrades nesses navios ao longo do tempo.

8) Em termos de custos de manutenção, qual o comparativo com os navios convencionais?

Resposta: Menor, o custo com manutenção é menor. O motivo é exatamente o mesmo do porquê de o custo de produção ser menor. Você tem menos sistemas a bordo, você não precisa dos sistemas de habitabilidade, dos sistemas para suportar a tripulação. Então, se você não os tem instalados, não há o ônus de mantê-los. A manutenção de um navio não tripulado é menor que a de um navio tripulado. Tenho uma observação aqui, se você incluir o custo do *downtime*, o custo do tempo que o navio não vai estar no mar, esse efeito é um pouco

reduzido. Isto é, em um navio tripulado, muitas manutenções são feitas enquanto o navio está operando, apenas algumas manutenções não podem ser feitas, quando você precisa docar o navio, por exemplo. Mas a maior parte pode ser feita com o navio operando. O navio não tripulado não tem essa opção. Você só vai fazer manutenção quando ele estiver no porto, a não ser que você tenha o mínimo de instalações para os técnicos subirem a bordo e realizarem os serviços necessários enquanto o navio opera. Isso é possível. Então, a invés de ter acomodações para uma tripulação inteira, um navio patrulha deve ter em torno de quarenta tripulantes, você pode ter acomodações para seis: um engenheiro, cinco técnicos e pronto.

9) Aí passaria a ser um navio levemente tripulado, correto?

Resposta: Eu nem chamo de navio levemente tripulado porque o navio pode operar sem tripulação nenhuma, as acomodações são somente para o pessoal de manutenção, os técnicos que vão a bordo quando necessário para fazerem somente a manutenção. O mais adequado seria chamar de temporariamente tripulado. Ele é plenamente capaz de operar sem ninguém a bordo, mas oferece acomodações e condições para algumas pessoas. O nosso navio é exatamente assim, foi assim que a gente desenvolveu. É um navio que opera sem ninguém, mas tem acomodações para duas pessoas, que podem ir a bordo fazer manutenção ou durante os testes operacionais. É um navio não tripulado, que pode ser tripulado temporariamente. Se o navio for construído dessa forma, com a possibilidade de receber uma tripulação temporária, você não precisa deixar o navio fora de operação para fazer as manutenções, para algumas sim, mas você terá a opção de fazer alguma manutenção com o navio no mar.

10) Sobre o reabastecimento no mar, o Sr. tem alguma informação se é possível, se há preocupação para viabilizar isso, de forma a aumentar o tempo de permanência dos navios autônomos nas áreas de operações?

Resposta: Eu não tenho conhecimento de nenhum sistema comercial para reabastecimento autônomo no mar, mas é possível desenvolver, a gente já discutiu isso na empresa. É possível desenvolver, a questão é o custo, é alguém querer fazer o investimento e isso é possível sim. Talvez algum país já tenha desenvolvido isso para a defesa, mas eu não tenho conhecimento ainda. Isso é interessante, mas observe: se o navio custa menos, é negócio você operar com ele e quando precisar reabastecer você manda outro para render. Para reabastecer no mar, você precisa lançar um navio tanque também, que não é um navio barato. Então não sei se no fim das contas vai ser mais barato reabastecer no mar ou não.

11) Entendi, com a redução dos espaços dedicados a habitabilidade do navio, pode-se ampliar as capacidades dos tanques de combustível também.

Resposta: Sim, e o navio vai ser mais leve. Então, além de ter mais espaço ele tem menos peso, vai gastar menos combustível. A autonomia, não no sentido de automação, vai ser maior para um navio mais leve. É um ciclo virtuoso. Quando você tira a tripulação de bordo, o barco fica mais leve, ele pode ficar menor, você ganha espaço para combustível, ele fica mais barato para construir e manter, é menos manutenção, então você ganha em inúmeros aspectos. Tem que ver também a questão da velocidade de operação, no nosso barco a velocidade de cruzeiro é em torno de 8 nós, então ele fica bem econômico. Na verdade, ele se desloca para a área onde vai operar nessa velocidade, o *mission profile* da gente é para uma missão de *survey*, então ele vai fazer o trânsito nessa velocidade, em torno de 8 nós, chega na área, e vai fazendo o *survey* com 4 nós. Com 4 nós ele não gasta quase nada de combustível.

12) Com isso, talvez, o que venha a limitar essa autonomia seja a própria manutenção, correto?

Resposta: Isso, hoje em dia é exatamente isso. No nosso caso, a gente percebeu que seria muito difícil operar por muito mais de um mês sem inspeção. O risco de ocorrer alguma falha nos sistemas depois de um mês operando cresce muito. Então, não justifica ter combustível para mais de um mês. O fator limitante é exatamente a confiabilidade dos sistemas.

13) A velocidade para o navio autônomo é limitada por questão de segurança?

Resposta: Não, não tem nenhuma limitação, depende do emprego, do projeto, não tem regra que limite uma velocidade não.

14) A questão de vulnerabilidade cibernética, como isso influencia no emprego dos navios autônomos?

Resposta: Ele é mais vulnerável. Aí vai depender da expertise dos engenheiros de software, engenheiro de rede que vão trabalhar no sistema. Mas ele é mais vulnerável com certeza. As comunicações com ele são via rádio e satelital. Ela é via rádio onde tem alcance, que é muito limitado. Para um navio o qual os *hackers* tenham maior interesse em atacar, que é o caso dos militares, tem que ser via satélite.

15) E como fica essa segurança usando satélite próprio?

Resposta: Os Estados Unidos com certeza fazem isso. O satélite próprio provê um *layer* de segurança cibernética bem robusto. Se a comunicação não tiver que passar por nenhuma rede aberta, é mais difícil de ser hackeado. É possível também operar sem satélite próprio, eu digo assim para a gente, para empresas, mas é claro que países são alvos mais cobiçados. Porém tendo satélite próprio, isso torna mais difícil de sofrer esses ataques. Satélite, principalmente para comunicação, tem uma tendencia para os de baixa e média órbita, eles não são geoestacionários, eles ficam girando em torno do globo. Esses satélites

são muito pequenos e muito baratos. Então, tem países e até empresas lançando milhares desses satélites. Eles lançam constelações, é claro que são satélites menos confiáveis, mas você ganha na quantidade. Quando você tem uma constelação com muitos satélites, não importa se um parou de funcionar. Eles têm um tempo de vida mais curto também, se comparado com os geoestacionários, mas eles são bem mais baratos. Se a Marinha do Brasil quiser ter a sua própria constelação isso é bem acessível. Embora, observe que isso é um *layer*, tem também a segurança de rede. Eu não sou especialista nisso, mas eu sei que há diversos *layers* de segurança. Se o terrorista ou o hacker passar por um, ainda terão outros a serem vencidos. Um deles que eu acho que todos os barcos autônomos têm, ou deveriam pelo menos ter, são as rotinas pré-programadas ou alguma lógica para tomar decisões caso sejam detectados problemas. Ele tem que ter a capacidade de perceber certos eventos, isso pode ser falhas, perda de comunicação, por exemplo. Se o barco perder comunicação ele tem que saber o que fazer. O mesmo se aplica a ataques cibernéticos. Dentro dos vários *layers* de segurança que o pessoal de TI vai trabalhar, um deles é ensinar o sistema de bordo a detectar um ataque e criar uma rotina. Pode ser, por exemplo, cortar as comunicações ou cortar aquele canal e estabelecer outro, alguma coisa assim. Alguns *layers* são locais, no nosso caso, por exemplo, a gente tem esses *layers*, que não são só para segurança cibernética, mas para outras falhas como perda de comunicação. Não precisa ser por consequência de um ataque cibernético, mas porque o terminal, o modem quebrou, por exemplo. Ao perceber isso, ele cumpre a rotina dele que pode ser retornar para o porto ou *hold position*. Você também pode pré-determinar um local fixo para onde ele deva ir em caso de falha. Ele navegará até lá seguindo o RIPEAM, porque se ele for autônomo ele deve ser capaz de seguir autonomamente o RIPEAM, e fundeará ou ficará parado sob posicionamento dinâmico (DP). Se ele não tiver DP, pode ficar navegando em círculos também. Apesar que hoje em dia todo navio novo tem DP.

16) Eu sei que isso já foi abordado, sobre o emprego do navio autônomo em proveito de patrulha, mas eu queria saber se o Sr. tem algo para complementar sobre outras aplicações na defesa?

Resposta: Sem querer influenciar qualquer trabalho na marinha ou fazer qualquer inferência, eu vejo hoje o campo mais propício para o emprego do navio autônomo na patrulha mesmo. Mas isso é hoje, talvez daqui a não muito tempo, em cinco, dez anos, a própria esquadra já possa estar contando com navios autônomos. Isso é questão de tempo. Então, eu diria duas coisas: primeiro, hoje a melhor aplicação para navios autônomos na defesa é como navio patrulha; outra, com certeza, em questão de pouco tempo, navios maiores terão outros empregos na defesa. E quando isso for possível vai ser uma opção atrativa, adotar navios autônomos de maior porte também.

17) Você acha que no Brasil, nós somos capazes de absorver essa tecnologia hoje, para uso militar? E outra pergunta, a capacitação do pessoal que operaria esses meios é complexa?

Resposta: Com certeza o Brasil é capaz. Sobre a capacitação, isso não é complicado, mas exige uma certa adaptação. Quando você está navegando a noite com tempo ruim, você não consegue ver nada. Nessa situação, você estando no passadiço ou em terra, só tem uma diferença: em terra não vai jogar. O navio autônomo é projetado para reproduzir o *situation awareness* para a estação de controle em terra. Ele tem mais sensores, muitas câmeras, ele tem muito mais meios de tecnologia para reproduzir as situações em um passadiço remoto. A única informação que não é reproduzida são os movimentos do barco. De resto, eu diria que é até melhor. Tenho mais algumas considerações, nós falamos antes que a comunicação é por satélite. A comunicação por satélite é limitada, a banda é limitada, então as tecnologias filtram as informações transmitidas. Na verdade, você não precisa ver a

imagem completa das câmeras. Imagina que todas as janelas do passadiço são substituídas por câmeras e telas. Se você traduzir essas imagens em pixels, apenas alguns são importantes. Eu diria que 5% dos pixels que são importantes, o resto não tem relevância, você não precisa da imagem completa. Você precisa ver o estado do mar, terra, outras embarcações, aeronaves, e para conseguir operar com uma banda limitada, os sistemas enviam só o que importa. Se você tem a capacidade de gerenciar a banda, não tem essa limitação. É assim que os Estados Unidos operam com o drone aéreo, eles têm imagem com alta definição, em tempo real, operando drones do outro lado do mundo porque eles têm satélites. Sobre a capacitação dos operadores, não há dificuldades, é questão de se acostumar, capacitar e treinar o pessoal.

18) É possível converter um navio convencional em autônomo?

Resposta: É possível sim. Mas tem que ser avaliado caso a caso. Tem navios que foram convertidos, mas não dá para generalizar, é caso a caso, tem que avaliar qual a tecnologia que já tem no navio. Alguns já têm muitos sistemas automatizados, e aí fica mais fácil. Navios que têm um sistema de controle central, por exemplo, são bem simples de converter. Não é só comunicação, você tem que ver os sistemas mecânicos também, ver se eles precisam de intervenção manual, se eles precisam de inspeção, de manutenção. Tem que ver caso a caso.

19) Você vê alguma vantagem em fazer essa conversão?

Resposta: Para ser sincero, não muito. Não porque você já tem todos aqueles sistemas, se você converter, está pulando a oportunidade de não os fazer novamente. Se o navio já existe, provavelmente já é um navio antigo, parcialmente obsoleto, na maioria das vezes será melhor construir um novo navio.

20) Qual seria um caminho bom para uma esquadra que quer começar a investir em navio autônomo partindo do zero?

Resposta: É começar do básico, partir de navios pequenos. Começar com navios patrulhas e não tentar reinventar a roda. Buscar as tecnologias que já existem, que já foram qualificadas. Tirar o máximo possível do que já existe no mercado e começar a ganhar experiência na operação de barcos não tripulados. É dar um passo de cada vez. Pode começar com uma flotilha pequena e ir evoluindo. Quando a tecnologia estiver chegando ao porte de uma corveta, e se quiser desenvolver alguma coisa, o faça, mas já consciente e com a bagagem conquistada anteriormente. O importante é começar e não parar. Um barco patrulha não tripulado é possível, hoje seria o melhor começo. Uma vez que esteja operando um ou alguns patrulhas não tripulados, já terá uma boa noção sobre qual será o melhor segundo passo: modernizar e aumentar o poder dos patrulhas; fazer uma segunda geração desses navios; ou ampliar para o porte de uma corveta. Vai depender de quanto se absorveu dessa tecnologia, de quanto orçamento se tem alocado para esse projeto, de quanto a tecnologia evoluiu. O importante é dar o primeiro passo e um passo viável para dar continuidade ao projeto.