

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC RAFAEL DE OLIVEIRA LIMA

**ARMAS AUTÔNOMAS LETAIS:  
Estratégia naval e de dissuasão da Marinha dos EUA  
no âmbito do AUKUS**

Rio de Janeiro

2025

CC RAFAEL DE OLIVEIRA LIMA

**ARMAS AUTÔNOMAS LETAIS:**  
**Estratégia naval e de dissuasão da Marinha dos EUA**  
**no âmbito do AUKUS**

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

Orientador: CF Luiz Carlos Lemos Alves Junior

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2025

## **DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR**

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio de pessoas que, de diferentes formas, contribuíram para esta jornada.

Agradeço a Deus, pela saúde, força e sabedoria concedidas ao longo do percurso. À minha família, pela paciência e incentivo constantes. Ao meu orientador, CF Luiz Carlos Lemos Alves Junior, pela orientação atenta, pelas observações objetivas e pela confiança depositada.

Aos colegas e amigos que ofereceram apoio e auxílio nos momentos desafiadores, meu sincero reconhecimento.

“A capacidade de uma nação de lutar uma guerra moderna é tão boa quanto sua capacidade tecnológica.”

Frank Whittle

## RESUMO

Esta dissertação analisa a ascensão das armas autônomas letais (AAL) no campo militar e como elas têm modificado os fundamentos tradicionais de planejamento, comando e emprego da força, impactando especialmente os domínios marítimo e aéreo. As AAL, que incluem veículos não tripulados de superfície, submarinos e aéreos equipados com sensores avançados, inteligência artificial embarcada e capacidades ofensivas, já ultrapassaram o campo da especulação tecnológica, tornando-se recursos operacionais em desenvolvimento ativo por potências navais. No caso da Marinha dos Estados Unidos, a incorporação desses sistemas ocorre paralelamente a transformações doutrinárias ancoradas em conceitos como *Distributed Maritime Operations* (DMO) e *Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons* (JAM-GC), que visam projetar poder e garantir presença em ambientes contestados. A pesquisa adota um desenho “Teoria versus Realidade”, confrontando expectativas conceituais com evidências de exercícios multinacionais, como *Autonomous Warrior*, *Digital Horizon* e *Digital Talon*. Os resultados indicam avanços significativos na integração multinacional e ressaltam implicações estratégicas relevantes para a Marinha do Brasil diante das tendências emergentes na guerra naval.

**Palavras-chave:** Armas autônomas letais. Operações Multidomínio. Integração tecnológica. Dissuasão. AUKUS.

## **ABSTRACT**

### **LETHAL AUTONOMOUS WEAPONS: Naval Strategy and Deterrence of the US Navy in the Context of AUKUS**

This dissertation analyzes the rise of lethal autonomous weapon systems (LAWS) in the military field and how they have altered the traditional foundations of planning, command, and force employment, particularly impacting the maritime and air domains. LAWS, which include unmanned surface vehicles, submarines, and aerial platforms equipped with advanced sensors, onboard artificial intelligence, and offensive capabilities, have moved beyond technological speculation to become operational assets actively developed by naval powers. In the case of the United States Navy, the incorporation of these systems occurs alongside doctrinal transformations anchored in concepts such as Distributed Maritime Operations (DMO) and the Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons (JAM-GC), which aim to project power and ensure presence in contested environments. The research adopts a “Theory versus Reality” design, confronting conceptual expectations with evidence from multinational exercises such as Autonomous Warrior, Digital Horizon, and Digital Talon. The results indicate significant advances in multinational integration and highlight strategic implications for the Brazilian Navy in light of emerging trends in naval warfare.

**Keywords:** Lethal autonomous weapons. Multidomain operations. Technological integration. Deterrence. AUKUS.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 – Arquitetura de Noção para o <i>Mosaic Warfare</i> ..... | 55 |
|--------------------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|        |   |                                                                                        |
|--------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|
| A2/AD  | – | Anti-Acesso/Negação de Área                                                            |
| AAL    | – | Armas Autônomas Letais                                                                 |
| ACTUV  | – | Veículo Não Tripulado Antissubmarino de Trilha Contínua                                |
| AUKUS  | – | Australia – Reino Unido – Estados Unidos da América                                    |
| C2     | – | Comando e Controle                                                                     |
| C4ISR  | – | Comando, Controle, Comunicações, Computação, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento |
| CICV   | – | Comitê Internacional da Cruz Vermelha                                                  |
| CS21   | – | Estratégia Cooperativa para o Poder Marítimo do Século XXI                             |
| DARPA  | – | Agência para Projetos e Pesquisas Avançadas de Defesa                                  |
| DDG    | – | Contratorpedeiro de Mísseis Guiados                                                    |
| DIH    | – | Direito Internacional Humanitário                                                      |
| DMO    | – | Operações Marítimas Distribuídas                                                       |
| DoD    | – | Departamento de Defesa dos Estados Unidos                                              |
| DoDD   | – | Diretriz do Departamento de Defesa dos Estados Unidos                                  |
| EUA    | – | Estados Unidos da América                                                              |
| GPS    | – | Sistema de Posicionamento Global                                                       |
| HMS    | – | Navio de Sua Majestade                                                                 |
| IA     | – | Inteligência Artificial                                                                |
| ICRC   | – | Comitê Internacional da Cruz Vermelha                                                  |
| JAM-GC | – | Conceito Conjunto para Acesso e Manobra nos Bens Comuns Globais                        |
| JPCC   | – | Centro Conjunto de Competência do Poder Aéreo                                          |
| MCM    | – | Navios de Contramedidas de Minagem                                                     |
| MDUSV  | – | Veículo de Superfície Não Tripulado de Deslocamento Médio                              |
| MUSIC  | – | Comunicação Integradas Seguras Multidomínio Não Tripuladas                             |
| NATO   | – | Organização do Tratado do Atlântico Norte                                              |
| NAVSEA | – | Comando de Sistemas Navais                                                             |
| NOA    | – | Arquitetura Operacional Naval                                                          |

|              |   |                                                             |
|--------------|---|-------------------------------------------------------------|
| RAIL         | – | Laboratório de Integração de Autonomia Rápida               |
| RAAIT        | – | Tecnologia de Inteligência Artificial Resiliente e Autônoma |
| ROE          | – | Regras de Engajamento                                       |
| SURFDEVRON 1 | – | Esquadrão de Desenvolvimento de Superfície 1                |
| UAV          | – | Veículo Aéreo Não Tripulado                                 |
| UCF          | – | Estrutura de Campanha Não Tripulada                         |
| USAF         | – | Força Aérea dos Estados Unidos da América                   |
| USCGC        | – | Navio da Guarda Costeira dos Estados Unidos da América      |
| USD(P)       | – | Subsecretário de Defesa para Política                       |
| USS          | – | Navio dos Estados Unidos da América                         |
| USV          | – | Veículo de Superfície Não Tripulado                         |
| UUV          | – | Veículo Submarino Não Tripulado                             |
| VCJCS        | – | Vice-Presidente do Estado-Maior Conjunto                    |
| XLUUV        | – | Veículo Submarino Não Tripulado Extragrande                 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                              | <b>12</b> |
| <b>2 ESTRATÉGIA, PODER NAVAL E AUTONOMIA LETAL.....</b>                                               | <b>15</b> |
| 2.1 A TEORIA DA DISSUASÃO ESTRATÉGICA.....                                                            | 15        |
| 2.1.1 Thomas Schelling e a Lógica da Dissuasão.....                                                   | 15        |
| 2.1.2 Dissuasão Marítima e Poder Naval.....                                                           | 15        |
| 2.1.3 Autonomia Letal e os Paradoxos da Dissuasão Contemporânea.....                                  | 16        |
| 2.2 O PODER MARÍTIMO CONTEMPORÂNEO SEGUNDO GEOFFREY TILL.....                                         | 17        |
| 2.2.1 O conceito Ampliado de <i>Seapower</i> .....                                                    | 17        |
| 2.2.2 As Cinco Funções do Poder Naval.....                                                            | 17        |
| 2.2.3 Marinhas Colaborativas vs. Competitiva.....                                                     | 18        |
| 2.2.4 Tecnologia, Doutrina e Riscos Estratégicos.....                                                 | 19        |
| 2.3 DOUTRINA NAVAL E OPERAÇÕES MULTIDOMÍNIO.....                                                      | 20        |
| 2.3.1 A Evolução Conceitual: De <i>Sea Control</i> às Operações Multidomínio.....                     | 20        |
| 2.3.2 CS21 e os Fundamentos da Nova Estratégia Naval.....                                             | 21        |
| 2.3.3 JAM-GC e a Ruptura Operacional.....                                                             | 21        |
| 2.3.4 Operações Marítimas Distribuídas e o Papel das AAL.....                                         | 22        |
| 2.4 AUTONOMIA LETAL – CONTROLE HUMANO SIGNIFICATIVO.....                                              | 23        |
| <b>3 A INTEGRAÇÃO DAS AAL NA MARINHA DOS EUA: TRANSFORMAÇÃO OPERACIONAL E TECNOLÓGICA.....</b>        | <b>25</b> |
| 3.1 A MARITIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS AUTÔNOMOS: DOUTRINA E COMANDO E CONTROLE.....                        | 25        |
| 3.1.1 O <i>Unmanned Campaign Framework</i> e a Visão Naval da Autonomia.....                          | 25        |
| 3.1.2 Diretriz DoD 3000.09: Parâmetros de Emprego das AAL.....                                        | 26        |
| 3.1.3 <i>Mosaic Warfare</i> , <i>Project Overmatch</i> e a evolução do C2.....                        | 27        |
| 3.2 PLATAFORMAS AUTÔNOMAS EM AÇÃO: CASOS APLICADOS NA FROTA...28                                      |           |
| 3.2.1 MQ-4C Triton, Orca XLUUV e Sea Hunter: Vigilância, Persistência e Letalidade.....               | 28        |
| 3.2.2 Força-Tarefa 59 e Exercícios Conjuntos: Testes e Integração no Golfo Pérsico e no Pacífico..... | 30        |
| 3.2.3 Avanços e Desafios nos Programas de Superfície e Submarinos não Tripulados.....                 | 32        |
| 3.3 PILAR II DO AUKUS E A INTEGRAÇÃO TECNOLÓGICA TRIPARTITE.....                                      | 34        |
| 3.3.1 Cooperação Trilateral em Sistemas Autônomos.....                                                | 34        |

|                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.2 Exercícios Conjuntos: <i>Autonomous Warrior</i> , Marinha do Reino Unido e Interoperabilidade..... | 36        |
| 3.3.3 Implicações para o Equilíbrio Naval no Indo-Pacífico.....                                          | 38        |
| <b>4 AAL EM PERSPECTIVA: TEORIA, PRÁTICA E DIREÇÕES FUTURAS.....</b>                                     | <b>39</b> |
| 4.1 A CONVERGÊNCIA ENTRE TEORIA E PRÁTICA.....                                                           | 39        |
| 4.1.1 As AAL Fortalecem ou Enfraquecem a Dissuasão?.....                                                 | 39        |
| 4.1.2 Evolução do Modelo Estratégico Tradicional.....                                                    | 40        |
| 4.2 BARREIRAS À CONSOLIDAÇÃO DOUTRINÁRIA DAS AAL.....                                                    | 42        |
| 4.2.1 O Ideal Doutrinário vs. Limitações Técnicas.....                                                   | 42        |
| 4.2.2 Autonomia sob Tensão: Responsabilidade, Legitimidade e Controle Humano Significativo.....          | 43        |
| 4.3 A INTEGRAÇÃO OPERACIONAL DAS AAL: INTEROPERABILIDADE E ARQUITETURA DECISÓRIA.....                    | 44        |
| 4.3.1 Operações Multidomínio: Potencial Transformador e Consolidação Operacional.....                    | 44        |
| 4.3.2 A Arquitetura Decisória no Futuro das AAL Navais.....                                              | 45        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                       | <b>46</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                  | <b>50</b> |
| <b>ANEXO A.....</b>                                                                                      | <b>55</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A ascensão das plataformas autônomas letais no campo militar tem alterado os fundamentos tradicionais de planejamento, comando e emprego da força, afetando particularmente os domínios marítimo e aéreo. As chamadas armas autônomas letais (AAL) as quais incluem veículos não tripulados de superfície, submarinos e aéreos, equipados com sensores avançados, inteligência artificial (IA) embarcada e capacidades ofensivas, já não são apenas projeções tecnológicas, mas recursos operacionais em desenvolvimento ativo por potências navais. No caso da Marinha dos Estados Unidos (EUA), a incorporação desses sistemas vem ocorrendo em paralelo à reestruturação doutrinária promovida por conceitos como *Distributed Maritime Operations* (DMO) e *Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons* (JAM-GC), que propõem novas formas de projetar poder e garantir presença naval em ambientes contestados. O presente trabalho tem por propósito analisar como a Marinha dos EUA tem integrado sistemas autônomos letais ao seu poder naval e avaliar em que medida essa integração transforma sua doutrina, arquitetura operacional e estratégias de interoperabilidade com aliados, como o AUKUS.

O tema se insere em um campo de estudos que cruza as áreas de estratégia naval, inovação tecnológica em defesa e transformação militar. Mais do que um avanço técnico, a introdução das AAL no domínio marítimo implica repensar os fundamentos do poder dissuasório, os modelos decisórios sobre o uso da força e os critérios de interoperabilidade em operações multinacionais. Essa relevância é reforçada pelo contexto atual de crescente competição estratégica entre grandes potências, ampliação das zonas marítimas de interesse e emergência de ameaças híbridas, que demandam forças mais ágeis, dispersas e resilientes. A motivação para a escolha do tema está, portanto, na necessidade de compreender como uma potência naval consolidada adapta suas estruturas a esse novo cenário, e quais implicações esse processo pode trazer para o futuro das operações navais, inclusive para marinhas como a do Brasil.

A questão que orienta esta pesquisa é: como a Marinha dos EUA tem integrado sistemas autônomos letais ao poder naval, e em que medida essa integração transforma sua doutrina, arquitetura operacional e estratégias de interoperabilidade com aliados (AUKUS)? A formulação dessa indagação parte da constatação de que a Marinha dos EUA não apenas tem investido em plataformas autônomas, como

também tem reposicionado conceitualmente o papel do comando humano, da supervisão algorítmica e da atuação multinacional em operações marítimas. Interessa investigar até que ponto essas mudanças se traduzem em uma reconfiguração estrutural ou se ainda permanecem restritas ao nível experimental e tecnológico.

O objeto da pesquisa é o processo de integração das AAL à estrutura da Marinha dos EUA, com ênfase em seus impactos doutrinários, operacionais, estratégicos e integração junto ao AUKUS. O estudo delimita-se às plataformas aéreas, de superfície e submarinas atualmente em desenvolvimento ou já utilizadas em exercícios operacionais, como o MQ-4C Triton, o Sea Hunter e o Orca XLUV, bem como aos programas institucionais relacionados, a exemplo da Força-Tarefa 59 (FT 59), do *Project Overmatch* e do Pilar II do AUKUS. A análise não pretende abarcar todas as marinhas que operam sistemas autônomos, nem explorar a totalidade dos aspectos jurídicos, éticos ou políticos associados ao tema, mas sim concentrar-se nas transformações observáveis no caso dos EUA, por meio de fontes oficiais, literatura especializada e documentos públicos de defesa.

O trabalho adota um desenho de pesquisa do tipo “teoria x realidade”, com o objetivo de confrontar os referenciais teóricos e doutrinários que estruturam o debate sobre poder naval, dissuasão, autonomia e comando com as práticas empíricas já observáveis na Marinha dos EUA. Essa estratégia permite avaliar o grau de coerência entre o que é proposto em termos de doutrina e o que efetivamente vem sendo implementado em programas, plataformas e exercícios operacionais. Assim, a pesquisa se ancora na análise crítica das formulações oficiais estadunidenses, cotejadas com os dados que refletem a consolidação ou não dessas propostas no campo prático.

A estrutura do trabalho está organizada em cinco capítulos. Após esta introdução, o capítulo 2 apresenta o referencial teórico e conceitual, abordando as transformações contemporâneas do poder naval, os fundamentos da dissuasão marítima e os impactos da automação sobre o processo decisório militar. São discutidas doutrinas da Marinha dos EUA relativas às operações multidomínio e à guerra centrada em redes, bem como os modelos decisórios aplicáveis ao uso de AAL. O capítulo 3 trata da realidade empírica, com foco nas plataformas e programas desenvolvidos pela Marinha dos EUA. São analisados os meios autônomos em operação ou em fase de testes, os exercícios conduzidos no âmbito da FT 59, os experimentos do *Project Overmatch* e a cooperação no Pilar II do AUKUS. O próximo

capítulo desenvolve a análise crítica da integração das AAL, organizando-se em torno de dois eixos: a consolidação das operações multidomínio e a transformação dos arranjos decisórios. Examina-se como as tecnologias autônomas têm sido integradas às estruturas de comando e às redes multinacionais de operação. Por fim, o capítulo 5 apresenta a conclusão, sintetizando as principais observações, destacando a relevância dos achados e propondo caminhos para pesquisas futuras, inclusive com apontamentos sobre as implicações do tema para a Marinha do Brasil.

A seguir, o segundo capítulo estabelecerá as bases conceituais e doutrinárias que sustentam a análise desenvolvida ao longo deste trabalho. Nele serão explorados os fundamentos teóricos do poder naval e as principais diretrizes da Marinha dos EUA sobre operações distribuídas, autonomia e integração tecnológica, constituindo o alicerce para a compreensão crítica dos dados empíricos que serão examinados posteriormente.

## 2 ESTRATÉGIA, PODER NAVAL E AUTONOMIA LETAL

### 2.1 A TEORIA DA DISSUAÇÃO ESTRATÉGICA

#### 2.1.1 Thomas Schelling e a Lógica da Dissuasão

Thomas Schelling é considerado um dos principais teóricos da dissuasão no contexto da Guerra Fria, tendo formulado conceitos fundamentais para a compreensão do uso da ameaça como instrumento estratégico. Sua obra *Arms and Influence* argumenta que o propósito central da dissuasão não é a destruição do inimigo, mas a manipulação do risco, através da criação de incerteza quanto à reação do oponente. O valor estratégico reside na ameaça de uso da força, e não necessariamente em sua aplicação concreta (Scharre, 2018).

A dissuasão eficaz, para Schelling, baseia-se na comunicação de intenções críveis, ainda que parcialmente imprevisíveis. Um dos mecanismos mais conhecidos é o que ele chama de “ameaça que deixa algo ao acaso”, em que o adversário é induzido a acreditar que os eventos podem escapar ao controle racional e conduzir à escalada. Essa instabilidade, longe de ser um erro, pode constituir um componente desejável da estratégia, ao induzir cautela no outro lado (Scharre, 2018).

A contribuição de Schelling continua atual ao mostrar que a dissuasão não depende apenas de meios materiais, mas da percepção de risco e incerteza elementos que se tornam ainda mais complexos na era das armas autônomas letais (AAL).

#### 2.1.2 Dissuasão Marítima e Poder Naval

Geoffrey Till amplia a abordagem estratégica ao relacioná-la com o poder marítimo. Em sua obra *Seapower*, ele argumenta que a dissuasão naval envolve não apenas a ameaça de força, mas também a presença contínua, a capacidade de projeção e a flexibilidade estratégica. Ao contrário das forças terrestres, as marinhas operam em espaços fluídos e menos previsíveis, o que potencializa seu papel na criação de dilemas para os adversários (Till, 2018).

O mar é um ambiente naturalmente propício para operações de dissuasão devido à sua ambiguidade jurídica e mobilidade tática. A simples presença de uma

força naval em águas internacionais pode sinalizar intenções e exercer pressão, sem configurar uma violação aberta. Isso torna a dissuasão naval especialmente valiosa em tempos de paz, principalmente nos locais com tensões e competições estratégicas, como demonstrado nas operações da Marinha dos EUA no Indo-Pacífico (Till, 2018).

A dissuasão naval oferece instrumentos flexíveis e ambíguos que se encaixam bem nas necessidades dos tempos atuais, mas sua eficácia depende da integração com novas tecnologias, incluindo o emprego das AAL.

### 2.1.3 Autonomia Letal e os Paradoxos da Dissuasão Contemporânea

A introdução de sistemas de AAL levanta questionamentos sobre a aplicabilidade dos modelos clássicos de dissuasão. Em especial, a autonomia decisória parcial ou total dessas plataformas cria um paradoxo: por um lado, sua imprevisibilidade pode reforçar o efeito dissuasivo; por outro, pode minar o controle político e jurídico, aumentando os riscos de escalada acidental (Scharre, 2018).

Autores como Paul Scharre sugerem que, ao empregar AAL em cenários de tensão, os Estados podem transmitir ao adversário a ideia de que “as coisas estão fora do controle humano”, aumentando o temor e, possivelmente, a contenção. A autonomia total nas decisões pode gerar comportamentos imprevisíveis, minando os fundamentos racionais da dissuasão tradicional e abrindo espaço para o que alguns autores descrevem como “dissuasão automatizada” baseada na imprevisibilidade algorítmica (Scharre, 2018).

Entretanto, essa estratégia depende da percepção e não da realidade funcional dos sistemas. Se os líderes superestimarem os riscos, pode haver contenção; mas se os subestimarem, as consequências podem ser catastróficas. O risco de escalada involuntária, erro de interpretação ou ativação por falha algorítmica é discutido na literatura especializada (Scharre, 2018).

Além disso, há o dilema normativo e ético. O artigo publicado na Revista da Escola de Guerra Naval destaca que a ausência de controle humano significativo nas AAL levanta preocupações quanto à atribuição de responsabilidade e aos limites da força. A dissuasão clássica pressupõe agentes humanos racionais e identificáveis, algo que se esvazia com sistemas capazes de decidir e agir sem supervisão contínua (Baptista *et al.*, 2022).

A presença das AAL introduz uma nova camada de incerteza no jogo dissuasório, potencializando tanto seu efeito quanto seus riscos. A imprevisibilidade algorítmica substitui, parcialmente, a racionalidade estratégica humana, desafiando os marcos tradicionais da dissuasão.

## 2.2 O PODER MARÍTIMO CONTEMPORÂNEO SEGUNDO GEOFFREY TILL

### 2.2.1 O conceito Ampliado de *Seapower*

Geoffrey Till propõe uma visão abrangente do poder marítimo, atualizando a tradição clássica de Mahan com um enfoque multidimensional. Em sua obra *Seapower: A Guide for the Twenty-First Century*, o autor argumenta que o poder marítimo contemporâneo não se restringe à capacidade de travar batalhas navais, mas envolve uma gama de fatores estratégicos, políticos, econômicos e tecnológicos. Ele entende do termo *seapower* como o conjunto de meios e capacidades que permitem a um Estado usar o mar para alcançar seus objetivos, controlar sua utilização ou negar o acesso a outros (Till, 2018).

A abordagem acima leva em consideração o papel das marinhas não apenas como instrumentos de guerra, mas também de diplomacia, presença e projeção de poder em tempos de paz. A fluidez e a mobilidade inerentes ao domínio marítimo favorecem o emprego de forças navais como elementos de persuasão e gestão de crises, especialmente em regiões contestadas ou de importância geopolítica crescente, como o Indo-Pacífico (Till, 2018).

O conceito ampliado de *seapower* fornece uma moldura analítica eficaz para entender o papel da marinha em tempos de paz e conflito, integrando aspectos militares, econômicos e políticos na estratégia naval contemporânea.

### 2.2.2 As Cinco Funções do Poder Naval

Segundo Geoffrey Till (2018) o poder marítimo contemporâneo pode ser compreendido a partir de cinco funções principais das marinhas modernas: dissuasão, controle do mar, projeção de poder, segurança marítima e diplomacia/presença naval. Essas funções formam um arcabouço conceitual que transcende a mera aplicação da força e enfatiza o papel abrangente da marinha no mundo globalizado.

As funções das marinhas modernas refletem a crescente complexidade dos ambientes estratégicos e a necessidade de adaptação às ameaças complexas. Representam a evolução do papel tradicional das marinhas em direção a um espectro mais amplo de tarefas, onde a flexibilidade operacional e a interoperabilidade com outras forças se tornam centrais para o cumprimento dos objetivos estratégicos do Estado (Till, 2018).

A categorização das funções do poder naval demonstra a versatilidade das marinhas modernas, especialmente quando combinadas com as capacidades das AAL, que ampliam o alcance e a versatilidade de tais missões.

### 2.2.3 Marinhas Colaborativas vs. Competitivas

Um dos principais eixos teóricos é a distinção entre marinhas colaborativas (*collaborative navies*) e marinhas competitivas (*competitive navies*). As primeiras se articulam com base em alianças, buscando segurança cooperativa, interoperabilidade e estabilidade internacional. Já as marinhas competitivas, operam de forma mais assertiva e nacionalista, priorizando o desafio à ordem internacional estabelecida (Till, 2018).

Embora não mencione diretamente o AUKUS, sua tipologia pode ser aplicada para interpretá-lo como um exemplo contemporâneo de iniciativa colaborativa entre marinhas ocidentais. De acordo com os editores do *AUKUS Briefing Book*:

O AUKUS foi anunciado em 15 de setembro de 2021 como uma aliança trilateral estratégica entre Estados Unidos, Reino Unido e Austrália, com o objetivo de aprofundar a cooperação em defesa e segurança na região do Indo-Pacífico. A parceria visa promover “compartilhamento mais aprofundado de informações e tecnologias, bem como maior integração de ciência e tecnologia voltadas à segurança e defesa” (Kim *et al.*, 2024, p. 12, tradução nossa).<sup>1</sup>

As marinhas colaborativas tendem a investir mais em tecnologias compatíveis com operações multinacionais, incluindo redes de sensores, doutrinas comuns e plataformas interoperáveis. A dissuasão, nesses casos, é coletiva. Em contrapartida,

---

<sup>1</sup> Texto original: “On September 15, 2021, the leaders of the United States, the United Kingdom, and Australia surprised the world with the announcement of a trilateral partnership called AUKUS.1 According to the joint statement, the AUKUS partnership sought to deepen diplomatic, security, and defence cooperation in the Indo-Pacific region by promoting deeper information and technology sharing as well as deeper integration of security and defence-related science and technology.” (Kim *et al.*, 2024).

as marinhas competitivas investem em capacidades anti-acesso/negação de área (A2/AD<sup>2</sup>) e estratégias disruptivas (Till, 2018).

A oposição entre marinhas colaborativas e competitivas ajuda a explicar os diferentes caminhos adotados por potências navais diante da revolução tecnológica e da crescente automação do combate.

#### 2.2.4 Tecnologia, Doutrina e Riscos Estratégicos

Geoffrey Till (2018) enfatiza que o poder marítimo não depende apenas da presença física de navios ou submarinos, mas da capacidade de integrar esses meios a um sistema de comando, controle, comunicações, computação, inteligência, vigilância e reconhecimento (C4ISR). A transformação digital das marinhas modernas, impulsionada por doutrinas de guerra centrada em redes<sup>3</sup> (*network-centric warfare*), visa assegurar superioridade informacional e acelerar os ciclos de decisão em operações navais complexas.

A incorporação de tecnologias disruptivas, como sistemas não tripulados e IA, exige revisão doutrinária contínua. Sem um enquadramento estratégico claro, o risco é que essas tecnologias sejam integradas de forma fragmentada, sem maximizar seu potencial. O autor também alerta para a ilusão do determinismo tecnológico, segundo o qual o simples emprego de novas ferramentas levaria automaticamente ao sucesso estratégico (Till, 2018).

Além disso, há riscos operacionais e estratégicos decorrentes da autonomia crescente. A possibilidade de falhas sistêmicas, decisões autônomas erradas ou ambiguidades na responsabilidade por ações letais coloca a credibilidade das marinhas em xeque. O uso de AAL em ambiente naval, segundo o autor, deve ser pensado dentro de uma arquitetura de comando distribuído e de protocolos claros de controle humano (Till, 2018).

---

<sup>2</sup> Conjunto de estratégias e capacidades empregadas para impedir ou dificultar a entrada (*anti-access*) e a liberdade de movimento (*area denial*) de forças adversárias em uma região de interesse estratégico (Tangredi, 2013, tradução nossa).

<sup>3</sup> O equivalente marítimo de tudo isso é o muito discutido conceito de “Network-Centric Warfare” (NCW), no qual a atenção se concentra na ação combinada de uma frota coletiva, e não nas plataformas que a compõem individualmente (...) O poder marítimo é agora melhor distribuído e a eficácia naval deve ser entendida mais como uma função da capacidade do sistema de informação como um todo, e das munições guiadas de precisão que ele sustenta, do que do poder de combate de navios isolados (Till, 2018, tradução nossa).

A tecnologia amplia o escopo e a eficácia do poder naval, mas também exige cautela doutrinária e preparo estratégico, especialmente diante dos riscos associados à autonomia decisória no uso da força.

A obra de Geoffrey Till oferece uma estrutura robusta para compreender o poder marítimo no século XXI. Sua abordagem integra teoria estratégica, funções operacionais e análise crítica das tecnologias emergentes. Ao aplicar esse referencial ao contexto da Marinha dos EUA e da integração de AAL, observa-se que o sucesso estratégico dependerá da habilidade institucional de adaptar doutrinas, desenvolver interoperabilidade com aliados (como o AUKUS) e mitigar os riscos inerentes à automação no domínio marítimo.

## 2.3 DOUTRINA NAVAL E OPERAÇÕES MULTIDOMÍNIO

### 2.3.1 A Evolução Conceitual: De *Sea Control* às Operações Multidomínio

A doutrina naval da Marinha dos EUA passou por transformações nas últimas décadas, especialmente com a ampliação do conceito de *sea control* para uma noção mais abrangente de operações multidomínio. Tradicionalmente centrada na supremacia naval convencional, a doutrina contemporânea reconhece que o domínio do mar está interligado com as dimensões espacial, cibernética, aérea e terrestre. Isso se deve à crescente interdependência entre os meios de combate e à proliferação de tecnologias A2/AD, que desafiam as formas clássicas de projeção de poder (UNITED STATES, 2018).

Nesse novo contexto, o controle do mar já não se resume ao enfrentamento direto entre forças navais, mas inclui também a capacidade de atuar em rede, de assegurar superioridade informacional e de coordenar ações entre domínios diversos para criar janelas de superioridade temporária. O objetivo passa a ser menos o controle permanente de um espaço físico e mais a criação de efeitos sincronizados para cumprir objetivos estratégicos em ambientes contestados (UNITED STATES, 2018).

A evolução doutrinária revela uma transição da primazia do enfrentamento direto para a busca por sinergia entre domínios, em que o mar é apenas uma das camadas do campo de batalha multidimensional.

### 2.3.2 CS21 e os Fundamentos da Nova Estratégia Naval

A publicação *A Cooperative Strategy for 21st Century Seapower* (CS21), em suas versões de 2007 e 2015, marcou um ponto de inflexão na doutrina marítima dos Estados Unidos. O documento ampliou a função das forças navais, integrando atividades de presença, dissuasão, resposta a crises e projeção de poder com foco na segurança cooperativa. Ele propôs uma visão em que as operações navais deveriam ser sincronizadas com outras formas de poder nacional e realizadas em coalizão com aliados e parceiros estratégicos (Till, 2018).

Destacou ainda que prevenir guerras é tão importante quanto vencê-las, conferindo às marinhas o papel de agentes estabilizadores globais. Essa estratégia está diretamente relacionada à *forward presence*<sup>4</sup>, bem como acesso em todos os domínios (*all-domain access*), reforçando a importância de operar continuamente em regiões como o Indo-Pacífico para dissuadir comportamentos revisionistas de potências emergentes (Till, 2018).

A CS21 consolidou uma visão de poder naval ancorada na proatividade, cooperação internacional e integração interagências, tornando-se a base conceitual para a transição rumo às operações multidomínio.

### 2.3.3 JAM-GC e a Ruptura Operacional

O *Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons* (JAM-GC) é um conceito desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Representa uma tentativa de superar os desafios colocados pelas estratégias A2/AD de países como China e Rússia. O documento reconhece que o combate naval futuro ocorrerá em espaços contestados, exigindo a capacidade de penetrar zonas negadas e manobrar dentro delas com flexibilidade e resiliência. O conceito rompe com a abordagem linear da projeção de poder, enfatizando a integração entre forças aéreas, navais, terrestres, espaciais e cibernéticas (UNITED STATES, 2018).

---

<sup>4</sup> Forças destacadas para exercícios e atividades de rotina são também aquelas mais propensas a serem acionadas em resposta a uma crise emergente. O potencial de escalada dita que forças de presença devem ser moldadas para as missões que possam encontrar (Till, 2018, p. 667, tradução nossa).

O JAM-GC articula a necessidade de dispersão das forças, de operações distribuídas e de coordenação digital em tempo real. Plataformas não tripuladas e autônomas desempenham papel fundamental nessa arquitetura, ao fornecer persistência, ampliar o alcance sensorial e reduzir a vulnerabilidade das forças tripuladas. A operação eficaz nesses espaços depende do emprego combinado de capacidades letais e não letais, sincronizadas por meio de redes seguras e resilientes (UNITED STATES, 2018).

O JAM-GC impulsiona uma ruptura doutrinária ao conceber os teatros, inclusive o naval, como parte de um campo de batalha entrelaçado, onde a manobra e o acesso são viabilizados por integração tecnológica e dispersão tática.

#### 2.3.4 Operações Marítimas Distribuídas e o Papel das AAL

No cerne da doutrina mais recente da Marinha dos EUA está o conceito de *Distributed Maritime Operations* (DMO), que busca maximizar a letalidade e a resiliência das forças navais por meio da dispersão e da conectividade operacional. Em vez de grandes agrupamentos navais centralizados, a DMO preconiza a ação de unidades modulares, muitas delas não tripuladas ou operadas remotamente, capazes de atuar em rede e gerar efeitos combinados a partir de múltiplos vetores (UNITED STATES, 2021).

As AAL estão no centro dessa transformação. Integradas a sistemas navais, elas proporcionam vigilância constante, resposta rápida e capacidade de ataque independente em ambientes de comunicação degradada. No entanto, seu uso requer regras de engajamento (ROE) claras, bem como protocolos de supervisão e redundância que permitam controle humano significativo quando necessário (UNITED STATES, 2018).

As DMO também pressupõem a capacidade de “convergência de domínios”, isto é, o uso articulado de sistemas para gerar sobrecarga cognitiva e tática no inimigo, criando múltiplos dilemas operacionais. Essa abordagem representa a *Naval Operational Architecture* (NOA), que enfatiza a conexão em rede de plataformas e sensores como elementos centrais das operações distribuídas (UNITED STATES, 2021).

As operações marítimas distribuídas representam a face operacional naval das operações multidomínio e sua eficácia está diretamente ligada à integração estratégica de AAL e sistemas conectados.

A doutrina naval contemporânea da Marinha dos EUA reflete um movimento deliberado de adaptação às novas exigências tecnológicas e estratégicas do século XXI. Conceitos como CS21, JAM-GC e DMO apontam para uma reconfiguração profunda do modo como o poder naval é concebido e exercido.

As operações multidomínio surgem não como um conceito abstrato, mas como diretriz prática que orienta o emprego das forças navais em um cenário global contestado, dinâmico e imprevisível. A inserção de AAL nesse contexto constitui não apenas uma inovação tecnológica, mas um divisor doutrinário com implicações estruturais para o futuro do combate marítimo.

## 2.4 AUTONOMIA LETAL – CONTROLE HUMANO SIGNIFICATIVO

O conceito de “controle humano significativo” (*meaningful human control*) está no centro das discussões sobre a legitimidade do uso de AAL. Trata-se da exigência de que decisões críticas sobre o uso da força, especialmente aquelas que podem resultar em mortes, sejam tomadas ou, no mínimo, autorizadas por seres humanos. A base ética dessa exigência é o reconhecimento de que apenas agentes morais e racionais podem ser responsabilizados por ações letais, sobretudo em cenários de combate (Asaro, 2015).

Nos debates promovidos por organismos internacionais, como o Comitê Internacional da Cruz Vermelha (CICV), e por órgãos militares e acadêmicos, há consenso sobre a importância de manter o ser humano como elemento de supervisão ou veto em decisões críticas. Isso não significa necessariamente que o humano precisa estar envolvido em cada “microdecisão” tática, mas que ele deve ser parte ativa no processo de comando e controle, garantindo que os sistemas autônomos operem dentro de limites éticos e jurídicos predefinidos (ICRC, 2016).

A exigência de controle humano significativo sobre decisões letais é um ponto de convergência entre especialistas jurídicos e estrategistas militares. McFarland (2020) argumenta que o distanciamento progressivo entre operadores humanos e os ciclos decisórios de sistemas autônomos compromete a capacidade de atribuição de responsabilidade em conformidade com o Direito Internacional Humanitário (DIH).

De modo semelhante, Asaro (2012) sustenta que a ausência de supervisão humana direta nas decisões críticas sobre o uso da força mina os fundamentos éticos da legitimidade no campo de batalha. Quanto maior o grau de autonomia operacional, mais desafiadora se torna a responsabilização por eventuais violações.

A exigência de controle humano significativo representa um ponto de equilíbrio entre o avanço tecnológico e a responsabilidade moral e legal, sendo essencial para a legitimidade do emprego de AAL em operações navais.

### 3 A INTEGRAÇÃO DAS AAL NA MARINHA DOS EUA: TRANSFORMAÇÃO OPERACIONAL E TECNOLÓGICA

#### 3.1 A MARITIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS AUTÔNOMOS: DOCTRINA E COMANDO E CONTROLE (C2)

##### 3.1.1 O *Unmanned Campaign Framework* e a Visão Naval da Autonomia

A publicação, em 2021, do *Unmanned Campaign Framework* (UCF) pelo Departamento da Marinha dos Estados Unidos, marcou um ponto de inflexão na integração de sistemas autônomos à doutrina operacional da Marinha dos EUA. Em vez de tratar os sistemas não tripulados como experimentações periféricas, o UCF propôs sua inserção estrutural na arquitetura de forças navais por meio de uma abordagem orientada a capacidades, interoperabilidade e escalabilidade. A campanha define uma visão centrada na transformação digital do poder naval, onde plataformas autônomas assumem funções complementares e integradas em operações de combate (UNITED STATES, 2021).

A lógica subjacente ao UCF está na transição de uma abordagem centrada em plataformas para uma centrada em capacidades. Em vez de desenvolver sistemas autônomos específicos para cada tipo de missão ou domínio, o documento propõe “resolver uma vez e escalar” (*solve once and scale*), promovendo interfaces comuns, bibliotecas compartilhadas de dados e redes táticas unificadas como a *Naval Tactical Grid*. Isso permite a incorporação modular e ágil de novos sistemas à medida que a tecnologia avança, sem romper a coesão operacional da frota (UNITED STATES, 2021).

Além disso, o UCF introduz conceitos de desenvolvimento contínuo e incremental, utilizando laboratórios como o *Rapid Autonomy Integration Lab* (RAIL) para testar e integrar avanços em *softwares* de autonomia com embarcações não tripuladas existentes, sem a necessidade de reformular os cascos ou sensores. Isso representa uma mudança estratégica fundamental: o ciclo de vida da autonomia passa a ser desacoplado do ciclo de vida da plataforma, conferindo flexibilidade e redução de custos (UNITED STATES, 2021).

O *Unmanned Campaign Framework* institucionaliza a autonomia como pilar estratégico da marinha do século XXI, viabilizando sua difusão em larga escala e sua integração doutrinária por meio de uma abordagem modular e centrada digitalmente.

### 3.1.2 Diretriz DoD 3000.09: Parâmetros de Emprego das AAL

Enquanto o UCF estabelece a visão operacional, a *DoD Directive 3000.09* é o documento que funciona como o principal arcabouço normativo para o desenvolvimento, aquisição e emprego de sistemas de armas autônomas dentro do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Atualizada em janeiro de 2023, a diretiva reafirma o compromisso com a aplicação responsável da autonomia, especialmente em sistemas letais, impondo salvaguardas para evitar engajamentos não intencionais (UNITED STATES, 2023).

A diretiva exige que os sistemas autônomos sejam projetados de modo a permitir que operadores humanos exerçam julgamento apropriado sobre o uso da força. Para isso, devem passar por processos rigorosos de verificação e validação, incluindo testes em ambientes realistas com adversários adaptativos. A presença de mecanismos de interrupção, redundância cibernética e *feedback* transparente ao operador são condições obrigatórias para sua certificação (UNITED STATES, 2023).

Além dos aspectos técnicos, a DoDD 3000.09 estabelece responsabilidades institucionais. A revisão e aprovação de sistemas letais autônomos não são delegáveis a níveis táticos ou mesmo a comandos militares. Elas envolvem os altos escalões civis e militares do Pentágono, incluindo o *Under Secretary of Defense for Policy*<sup>5</sup> (USD(P)) e o *Vice Chairman of the Joint Chiefs of Staff*<sup>6</sup> (VCJCS). Isso assegura que a autonomia letal seja gerida como uma decisão estratégica e não apenas técnica (UNITED STATES, 2023).

A diretriz também menciona a necessidade de adequação aos princípios do DIH, tratados aplicáveis e às ROE vigentes, obrigando os desenvolvedores a garantir que os sistemas tenham comportamentos previsíveis e rastreáveis. Em cenários de

---

<sup>5</sup> É o principal assessor do Secretário de Defesa em questões de defesa e política externa. Suas funções incluem liderar o desenvolvimento e supervisionar a implementação da Estratégia Nacional de Defesa (UNITED STATES, 2025, tradução nossa).

<sup>6</sup> É o Vice-Presidente do Estado Maior Conjunto dos Estados Unidos (UNITED STATES, 2025, tradução nossa).

autonomia plena (*human-out-of-the-loop*), essa exigência representa um desafio substancial, tanto tecnológico quanto doutrinário (UNITED STATES, 2023).

Portanto, a DoD *Directive* 3000.09 fornece os limites jurídicos e operacionais para o emprego das AAL, subordinando sua eficácia à capacidade de preservar o controle humano significativo, a legalidade do uso da força e a confiabilidade técnica sob estresse em combate.

### 3.1.3 *Mosaic Warfare*, *Project Overmatch* e a evolução do C2

O uso de sistemas autônomos na Marinha dos EUA está ligado a mudanças na forma como a força organiza seu comando e controle (C2). Dois conceitos expressam essa transformação: o *Mosaic Warfare* (FIG. 1) e o *Project Overmatch*.

O *Mosaic Warfare*, criado pela DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*), preconiza o uso de várias plataformas pequenas e especializadas que, juntas, formam uma força flexível e adaptável, como peças de um “mosaico” (Magnuson, 2018).

De acordo com Clark *et al.* (2020), o conceito de *Mosaic Warfare* propõe a fragmentação de plataformas tradicionais em unidades menores e especializadas, interligadas por uma “teia de efeitos” (*effects web*). Cada unidade executa funções específicas como vigilância, ataque, comunicação ou defesa e pode ser recombina dinamicamente com outras, gerando ambiguidade para o inimigo e agilidade para os planejadores (Clark *et al.*, 2020).

Nessa abordagem, o C2 é dividido entre comando humano e controle automatizado por algoritmos, permitindo uma alocação eficiente de tarefas e a antecipação de comportamentos adversários. O objetivo é obter superioridade decisória (*decision superiority*), ou seja, tomar decisões mais rápidas e mais eficazes do que o oponente, mesmo em ambientes de guerra eletrônica ou negação do uso das comunicações (Clark *et al.*, 2020).

Já o *Project Overmatch* busca aplicar essa ideia na Marinha, conectando sensores, armas e sistemas por meio de redes digitais seguras e distribuídas (Gamboa, 2025). O *Project Overmatch* é a iniciativa da Marinha dos EUA para operacionalizar essa visão. Iniciado em 2020, ele busca integrar todos os dados de plataformas navais em um sistema único, com uso intensivo de IA para previsão, classificação e recomendação de alvos. O projeto visa conectar todos os sensores e

armas navais em tempo real, com resiliência contra ataques cibernéticos e interferências eletromagnéticas (Sadler, 2023).

O modelo de comando adotado é o *mission command*, onde as ordens superiores são baseadas em intenções amplas, e as unidades, inclusive as autônomas, operam com iniciativa local, baseando-se em algoritmos de apoio à decisão e na adaptação ao contexto tático. Para isso, é necessário um novo paradigma de interoperabilidade, que inclua desde os grandes destroieres *Arleigh Burke* até drones navais de pequeno porte (Sadler, 2023).

A combinação entre *Mosaic Warfare* e *Project Overmatch* aponta para um C2 naval distribuído, adaptativo e parcialmente automatizado, onde AAL são peças-chave para aumentar a letalidade, resiliência e complexidade operacional da Marinha dos EUA.

A maritimização dos sistemas autônomos representa um movimento estratégico estruturado e amplo, articulando diretrizes normativas, planos doutrinários e inovações em C2. Assim, o *Unmanned Campaign Framework* apresenta a forma, a DoD Directive 3000.09 impõe os limites, e os conceitos de *Mosaic Warfare* e do *Project Overmatch* apontam o caminho para a transformação efetiva.

Portanto, esses elementos indicam que a integração das AAL na Marinha dos EUA está sendo conduzida como um projeto de longo prazo, que visa não apenas aumentar a eficiência tática, mas reconfigurar o paradigma da operação naval em tempos de dissuasão ampliada e de operações multidomínio.

### 3.2 PLATAFORMAS AUTÔNOMAS EM AÇÃO: CASOS APLICADOS NA FROTA

#### 3.2.1 MQ-4C Triton, Orca XLUUV e Sea Hunter: Vigilância, Persistência e Letalidade

Dentre os principais exemplos de aplicação prática, acordo Burt (2024), destacam-se o MQ-4C Triton e o Sea Hunter, empregados nos domínios aéreo e marítimo, respectivamente, e voltados a funções críticas como vigilância e negação de área. No mesmo domínio marítimo, sobressai o Orca XLUUV, veículo autônomo de grande porte projetado para missões ofensivas e prolongadas, com capacidade modular para integração de sensores e cargas úteis (UNITED STATES, 2023).

O MQ-4C Triton é um veículo aéreo não tripulado de grande altitude e longa autonomia, derivado do RQ-4 Global Hawk, com sensores adaptados ao domínio

marítimo. Seu papel principal é fornecer vigilância persistente e reconhecimento de longo alcance para complementar a frota de aeronaves P-8A *Poseidon*. Capaz de permanecer até 24 horas em voo contínuo, o Triton amplia a consciência situacional marítima da Marinha dos EUA, cobrindo áreas oceânicas vastas com baixa densidade de presença humana (UNITED STATES, 2023).

Em paralelo, o Orca XLUUV, desenvolvido pela *Boeing* para a Marinha dos EUA, representa um avanço significativo na capacidade de guerra submarina autônoma. O sistema é projetado para executar missões de longa duração sem tripulação, operando com propulsão híbrida diesel-elétrica e alta autonomia. Sua principal característica reside em sua modularidade: pode ser equipado com diversos tipos de cargas úteis, desde sensores e sistemas de guerra eletrônica até armamentos voltados para operações antissubmarino e operações de minagem. Essa flexibilidade operacional permite sua atuação em múltiplos cenários estratégicos, reforçando o papel dos sistemas autônomos na dissuasão contemporânea (DEFENSEMIRROR.com, 2024).

Deste modo, ao contrário dos submarinos convencionais, o Orca pode ser lançado e recuperado sem a presença de tripulação, o que reduz os riscos em zonas A2/AD e permite incursões furtivas em ambientes disputados.

Complementando esse ecossistema, o Sea Hunter, também conhecido como MDUSV (Medium Displacement Unmanned Surface Vehicle<sup>7</sup>), é uma embarcação autônoma de superfície criada inicialmente pelo programa ACTUV<sup>8</sup> da DARPA. O veículo possui autonomia de meses e custo operacional reduzido, tendo sido projetado para operar de forma independente, navegando com sensores redundantes e evitando colisões sem controle remoto humano. Sua missão principal é caçar submarinos inimigos silenciosamente, mas o sistema já foi adaptado para outras funções, incluindo reconhecimento eletrônico e operações de minagem (Calfee, 2021).

Testes conduzidos no Pacífico demonstraram que o *Sea Hunter* pode operar ao lado de navios da classe *Arleigh Burke*, transmitindo informações em tempo real, ampliando a cobertura da frota e reduzindo a vulnerabilidade das plataformas

---

<sup>7</sup> Veículo de superfície não tripulado de médio deslocamento (tradução nossa).

<sup>8</sup> O Anti-Submarine Warfare Continuous Trail Unmanned Vessel (ACTUV) está desenvolvendo um navio não tripulado otimizado para rastrear de forma robusta submarinos elétricos a diesel silenciosos (UNITED STATES, 2025, tradução nossa).

tripuladas. A embarcação também participou de exercícios sob o comando da *Surface Development Squadron One* (SURFDEVRON 1), validando sua interoperabilidade com o restante da força naval estadunidense (Sadler, 2023).

A Marinha dos EUA está consolidando uma gama de plataformas autônomas que cobrem os domínios aéreo e marítimo, integrando vigilância persistente (Triton), penetração furtiva (Orca) e patrulha avançada (Sea Hunter), o que amplia significativamente o alcance estratégico, a resiliência operacional e a dissuasão inteligente de sua força naval.

### 3.2.2 Força-Tarefa 59 e Exercícios Conjuntos: Testes e Integração no Golfo Pérsico e no Pacífico

A Força-Tarefa 59, subordinada à Quinta Frota da Marinha dos EUA, foi criada em 2021 para liderar a integração de sistemas navais não tripulados e IA em operações reais. Sua base de operações está localizada no Bahrein, no centro estratégico do Golfo Pérsico, região marcada por alta densidade de tráfego marítimo, disputas territoriais e ameaças assimétricas de estados e atores não estatais (UNITED STATES, 2024).

O exercício *Digital Horizon 2022*, conduzido pela FT 59 no Bahrein, consolidou-se como o principal experimento operacional da Marinha dos EUA voltado à integração de sistemas autônomos em missões reais. Durante três semanas, foram empregados quinze sistemas navais não tripulados para aprimorar a consciência situacional marítima, vigilância de áreas sensíveis, reconhecimento de ameaças e interdição coordenada. A iniciativa teve a participação de dezessete empresas da indústria de defesa e reforçou o uso de IA para ampliar a interoperabilidade entre as plataformas, com foco em missões no estreito de Ormuz e no Golfo Pérsico (UNITED STATES, 2022).

Durante o *Digital Horizon*, a plataforma Saildrone Explorer demonstrou capacidade de operação autônoma por mais de 30 dias, integrando-se a navios da Marinha dos EUA, como o destróier USS *Delbert D. Black* (DDG 119) (Saildrone, 2022; Saildrone, 2025). Além dela, outros veículos não tripulados transmitiram dados em

tempo real para o *Robotics Operations Center*<sup>9</sup> da FT 59 via satélite (UNITED STATES, 2022).

Além dos ganhos operacionais, a FT 59 tem demonstrado que o uso de plataformas não tripuladas permite liberar navios convencionais para missões de maior prioridade, ao mesmo tempo em que amplia a persistência da presença naval em áreas estratégicas. Essa abordagem é particularmente eficaz em regiões como o Estreito de Ormuz e o Golfo de Omã, onde ameaças assimétricas como drones iranianos, embarcações rápidas e minas navais são recorrentes. O emprego de sistemas autônomos permite uma vigilância constante com menor custo e exposição, além de favorecer uma postura defensiva mais eficaz e menos escalatória diante de ações hostis abaixo do limiar da guerra convencional (Sadler, 2023).

Destaca-se, também, o exercício *Digital Talon 3.0*, conduzido pela Grupo-Tarefa 59.1, onde foram testadas capacidades avançadas de integração entre sistemas autônomos navais. Ressalta-se a realização de lançamentos remotos de munições do tipo *loitering*<sup>10</sup> e a operação de decolagem e pouso vertical de UAV a partir de USV, marcando um avanço no emprego combinado de plataformas não tripuladas em cenários operacionais reais. Além disso, foram avaliadas comunicações além da linha do horizonte entre sistemas autônomos. Participaram também unidades tripuladas, como o contratorpedeiro USS Devastator (MCM 6) e o navio da Guarda Costeira USCGC Emlen Tunnell (WPC 1145), operando em conjunto com os veículos autônomos em um modelo híbrido de operação supervisionada. O exercício reforçou o papel da FT 59 como vanguarda na integração de IA e sistemas não tripulados (UNITED STATES 2024).

Durante um exercício realizado na costa leste da Austrália, no contexto do Pilar II<sup>11</sup> do AUKUS (este último será tratado na próxima subseção), forças do Reino Unido, Austrália e Estados Unidos testaram novas capacidades subaquáticas não tripuladas com foco em interoperabilidade e vigilância de infraestrutura crítica. O navio

---

<sup>9</sup> Interface que integra dados de múltiplos sistemas não tripulados, permitindo apresentá-los em uma tela única para os operadores, viabilizando o monitoramento em tempo real com supervisão humana centralizada (UNITED STATES, 2022, tradução nossa).

<sup>10</sup> Também conhecidas como drones kamikaze ou drones suicidas, as *loitering munitions* estão equipadas com uma variedade de sensores avançados, sistemas de orientação e ogivas explosivas que lhes permitem localizar, rastrear e atacar alvos de alto valor com extrema precisão (UVISION, 2025, tradução nossa).

<sup>11</sup> Cooperação entre os Estados Unidos, Reino Unido e Austrália para desenvolver e implementar "capacidades avançadas", incluindo autonomia, IA, cibersegurança, tecnologias quânticas, guerra eletrônica, capacidades subaquáticas, hipersônicas, além das áreas funcionais de inovação e intercâmbio de informações (Nicastro, 2024, tradução nossa).

australiano ADV Guidance e o HMS Tamar, do Reino Unido, operaram em conjunto com veículos autônomos submarinos e tripulações combinadas, realizando missões de contramedidas de minagem e monitoramento de cabos e oleodutos. A iniciativa exemplifica o esforço trilateral para integrar tais tecnologias em operações conjuntas, reforçando o desenvolvimento de uma arquitetura comum de guerra submarina avançada (UNITED STATES, 2023).

A experiência da FT 59 mostra que a integração de sistemas autônomos é tecnicamente viável, operacionalmente eficaz e relevante, abrindo caminho para o uso regular de AAL em patrulhamento, dissuasão e resposta rápida, inclusive sob esquemas multinacionais como o AUKUS.

### 3.2.3 Avanços e Desafios nos Programas de Superfície e Submarinos não Tripulados

A consolidação de uma frota autônoma operacional na Marinha dos EUA depende da maturação técnica e doutrinária de diversos programas em curso, entre eles os USV e UUV, conforme evidenciado nas informações apresentadas anteriormente.

No campo dos USV, o ano de 2023 marcou a conclusão de marcos decisivos com o programa de testes conduzido no Pacífico sob supervisão do *Naval Sea Systems Command* (NAVSEA). Foram avaliadas quatro plataformas: Sea Hunter, Sea Hawk, Nomad e Ranger. As embarcações realizaram missões de patrulhamento, transporte de carga, apoio a exercícios com mísseis e reconhecimento eletrônico. A avaliação enfatizou não apenas o desempenho isolado dos veículos, mas sua capacidade de operar como parte de uma força tática conectada (UNITED STATES, 2024).

Segundo os relatórios, os USV conseguiram manter cursos e missões com mínima intervenção humana por mais de 30 dias consecutivos. A integração com destroieres e navios de comando<sup>12</sup> ocorreu de forma quase contínua, permitindo que os USV compartilhassem dados de sensores, executassem manobras de flanco e simulassem ataques coordenados. As plataformas também demonstraram

---

<sup>12</sup> Os navios de comando servem como o navio capitânia do comando de uma frota. Eles possuem capacidade de comando e controle, locais para escritórios e acomodações para o Comandante da frota e seu Estado Maior (MILITARY HISTORY WIKI, 2025, tradução nossa).

capacidades de *refueling at sea*, ou seja, de reabastecimento automatizado com navios-mãe, o que estende sua autonomia operacional (UNITED STATES, 2024).

Entretanto, um dos principais gargalos observados está na arquitetura de comunicações. A transmissão de dados em tempo real, especialmente em ambientes de guerra eletrônica ou negação de GPS<sup>13</sup>, continua sendo uma fragilidade. Embora os sistemas empreguem redes de malha redundantes e protocolos criptografados, sua latência e robustez ainda não são suficientes para suportar operações críticas sem supervisão intensiva (Savitz; Perez, 2025).

No domínio marítimo, os UUV como os modelos *Snakehead*, *Knifefish* e *Orca* têm avançado em tarefas como reconhecimento do fundo oceânico, operações de minagem e inteligência. Um desafio particular está na navegação submersa de longa duração, que exige mapas hidrodinâmicos precisos, sensores inerciais calibrados e algoritmos robustos de evitação de obstáculos. O ambiente submarino é altamente dinâmico, com variáveis como salinidade, temperatura e correntes que afetam diretamente a estabilidade e a capacidade de orientação autônoma (UNITED STATES, 2023).

Além das restrições operacionais típicas dos UUV, persistem desafios técnicos relacionados à recarga energética. Conforme análise da *RAND Corporation*, os sistemas de propulsão mais comuns baseiam-se em baterias de íons de lítio, cuja autonomia limita significativamente a duração das missões. Tecnologias emergentes, como células de combustível e fontes nucleares miniaturizadas, oferecem soluções promissoras, mas ainda se encontram em estágios experimentais. O reabastecimento submerso, embora teoricamente viável, depende de estações de acoplamento submersas cuja aplicação operacional permanece incipiente, exigindo avanços consideráveis tanto em engenharia quanto em infraestrutura de apoio (Martin *et al.*, 2019).

Cabe ressaltar, também, o exercício *Autonomous Warrior 2024*, realizado em *Jervis Bay*, na Austrália, sob a égide do Pilar II. O foco foi avaliar o desempenho de sistemas autônomos marítimos em tarefas como vigilância de infraestrutura crítica, operações de contramedidas de minagem e apoio à forças especiais. Durante o exercício, foi destacada a operação do USV australiano *Bluebottle*, projetado para

---

<sup>13</sup> O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é um sistema de posicionamento baseado em radionavegação espacial, de propriedade do Governo dos EUA e operado pela Força Aérea dos Estados Unidos (USAF) (UNITED STATES, 2023, tradução nossa).

vigilância de longo alcance e coleta de dados. Segundo o governo australiano, os testes evidenciaram a capacidade dos países participantes em operar esses sistemas de forma coordenada, com troca segura de dados e integração em rede, representando um avanço concreto na implementação do Pilar II (AUSTRALIA, 2024).

O exercício *Autonomous Warrior 2024* resultou em testes bem-sucedidos de múltiplos sistemas autônomos e tecnologias de rede. Austrália, Reino Unido e Estados Unidos validaram sensores subaquáticos, veículos de superfície e submarinos não tripulados, além de balões estratosféricos empregados como plataformas de comunicação. Os destaques incluem a integração da arquitetura de controle comum e da rede *Multi-Domain Uncrewed Secure Integrated Communications*<sup>14</sup> (MUSIC), que possibilitaram a operação coordenada de ativos entre os três países, reforçando a interoperabilidade e a consciência situacional marítima compartilhada (UNITED STATES, 2024).

Os programas de USV e UUV da Marinha dos EUA encontram-se em estágio de transição entre a experimentação avançada e a adoção doutrinária. Embora os testes recentes revelem progressos em interoperabilidade e coordenação, persistem limitações técnicas em áreas como comunicações, energética e controle. A superação desses obstáculos será determinante para consolidar uma força naval distribuída, resiliente e adaptada à lógica das operações multidomínio.

### 3.3 PILAR II DO AUKUS E A INTEGRAÇÃO TECNOLÓGICA TRIPARTITE

#### 3.3.1 Cooperação Trilateral em Sistemas Autônomos

O AUKUS, firmado em 2021 entre Estados Unidos, Reino Unido e Austrália, inicialmente atraiu atenção mundial pelo compromisso de desenvolver submarinos nucleares para a Austrália (Pilar I). Contudo, o Pilar II se revela igualmente estratégico, dedicado à cooperação em tecnologias, buscando operacionalizá-las em múltiplos domínios, especialmente no domínio marítimo, por meio de grupos de trabalho trilaterais que garantem interoperabilidade técnica e estratégica (Nicastro, 2024).

---

<sup>14</sup> Uma arquitetura de rede robusta definida por software versátil com capacidade de permitir comunicação e coordenação contínuas em diversos sistemas não tripulados e ambientes operacionais (UNITED STATES, 2024, tradução nossa).

Diferentemente do Pilar I, que envolve cronogramas de décadas, o Pilar II do AUKUS adota uma abordagem incremental e ágil, voltada para a experimentação operacional e a entrega rápida de capacidades. Segundo relatório do *Congressional Research Service*, os países parceiros conduzem atividades conjuntas de pesquisa, desenvolvimento, testes e avaliação com tecnologias emergentes. Essas iniciativas visam ampliar a interoperabilidade e padronizar protocolos de comando, controle e comunicações entre as marinhas dos três países (Nicastro, 2024).

As ações sob o Pilar II do AUKUS concentram-se em cinco áreas principais: sistemas não tripulados e autonomia, cibernética, IA, guerra eletrônica e tecnologia hipersônica, coordenadas por grupos de trabalho trilaterais. No domínio marítimo, destaca-se a criação de um ecossistema de veículos autônomos interoperáveis, integrados por arquiteturas comuns de comando, algoritmos padronizados e redes de dados compartilhadas. Essas iniciativas resultaram em testes práticos realizados em 2023 e 2024, com foco em patrulhamento, vigilância persistente e guerra antissubmarino, buscando consolidar uma marinha aliada tecnologicamente avançada (Nicastro, 2024).

A integração tecnológica entre os parceiros do AUKUS no Pilar II exige compatibilidade não só técnica, mas também doutrinária. Segundo o *Center for Strategic and International Studies*<sup>15</sup>, os sistemas autônomos da Marinha dos EUA devem operar de forma sincronizada com plataformas britânicas e australianas, respeitando regras de engajamento comuns, padrões de programação compatíveis e controle humano. Essa interoperabilidade é vista como essencial para a eficácia de operações conjuntas e para mitigar riscos operacionais (Christianson; Monaghan; Cooke, 2023).

Em 2025, a Marinha dos EUA firmou um acordo técnico no âmbito do *Project Overmatch* com parceiros do *Five Eyes*<sup>16</sup>, incluindo a Marinha do Reino Unido e o *Defence Science and Technology Group*<sup>17</sup> da Austrália. A iniciativa prevê a atuação conjunta de especialistas aliados para desenvolver sistemas navais interoperáveis com arquiteturas digitais abertas, interfaces modulares e software definido por missão. Alinhado ao conceito de DMO, o esforço busca consolidar uma rede embarcada que

---

<sup>15</sup> Centro de Estudos Estratégicos e Internacionais (tradução nossa).

<sup>16</sup> Rede de inteligência estabelecida pós-II Guerra Mundial entre os Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Austrália e Nova Zelândia. A sua gênese reside no Acordo UKUSA do pós-guerra, concebido como um acordo cooperativo para a partilha de inteligência de sinais (Haan, 2024, tradução nossa).

<sup>17</sup> Grupo de Ciência e Tecnologia de Defesa (tradução nossa).

permita o compartilhamento seguro de dados táticos e ordens de missão entre plataformas de diferentes nacionalidades em tempo real (Gamboa, 2025).

O Pilar II do AUKUS promove o desenvolvimento conjunto de algoritmos de IA por engenheiros dos três países em iniciativas como o programa RAAIT (*Resilient and Autonomous Artificial Intelligence Technology*), testado durante o *Project Convergence Capstone Four* em 2024. Esse esforço possibilitou a integração de IA embarcada capaz de entender ordens táticas aliadas, operar sob parâmetros éticos semelhantes e responder de forma coordenada a ameaças, demonstrando uma evolução de compatibilidade técnica para interoperabilidade cognitiva essencial em operações multidomínio (Staples, 2024).

Esses avanços demonstram que o Pilar II do AUKUS não apenas amplia a base tecnológica das forças navais aliadas, mas inaugura uma nova etapa de integração operacional. Ao priorizar a interoperabilidade cognitiva e a adoção acelerada de capacidades autônomas, a aliança consolida as bases para uma atuação coordenada e responsiva em cenários marítimos complexos e multidomínio.

### 3.3.2 Exercícios Conjuntos: *Autonomous Warrior*, Marinha do Reino Unido e Interoperabilidade

Retomando o exercício *Autonomous Warrior 2024*, já discutido anteriormente quanto aos avanços técnicos, esta subseção explora seu papel como instrumento de validação prática da interoperabilidade operacional no âmbito do Pilar II do AUKUS.

Conforme noticiado pela Royal Navy, o *Autonomous Warrior* reuniu as marinhas dos Estados Unidos, Reino Unido e Austrália em uma série de testes com cerca de trinta plataformas autônomas aéreas, de superfície e submarinas, conduzidos na costa leste australiana. A atividade fez parte da iniciativa *Maritime Big Play*<sup>18</sup> e teve como objetivo comprovar a capacidade dos aliados de operar sistemas uns dos outros, controlar remotamente ativos estrangeiros e compartilhar dados em tempo real (UNITED KINGDOM, 2024)

Sistemas como o Bluebottle, da Austrália, e o SONIX, do Reino Unido, geraram informações táticas que foram acessadas e utilizadas por equipes dos três países,

---

<sup>18</sup> O *Maritime Big Play* é uma série de experiências e exercícios trilaterais integrados que visam melhorar o desenvolvimento de capacidades, melhorar a interoperabilidade e aumentar a sofisticação e a escala dos sistemas autônomos no domínio marítimo (UNITED STATES, 2024, tradução nossa).

contribuindo para a construção de uma consciência situacional integrada. A Marinha do Reino Unido também testou o sistema *Strike Net*, que permitiu o controle cruzado de equipamentos entre os aliados, demonstrando avanços concretos na integração técnica e operacional entre as forças (UNITED KINGDOM, 2024)

O exercício reforçou, portanto, o papel do *Autonomous Warrior* como vetor de aprendizado conjunto e aceleração do desenvolvimento doutrinário trilateral no contexto do Pilar II. Além dos exercícios combinados, iniciativas nacionais de experimentação têm avançado no desenvolvimento de novos conceitos operacionais para o emprego de sistemas autônomos.

Conforme informações do The AI Guy (2025), no caso britânico, destaca-se o trabalho conduzido pelo NavyX<sup>19</sup>, acelerador de autonomia e letalidade da Marinha do Reino Unido. Uma de suas principais plataformas é o navio *XV Patrick Blackett*, operado por uma tripulação reduzida de cinco militares, capaz de controlar simultaneamente um enxame de veículos não tripulados aéreos, de superfície e submarinos. Essa configuração tem sido empregada para validar novos modelos de comando e reduzir a dependência de estruturas tradicionais.

Segundo os relatos, o *Blackett* demonstrou que pequenas equipes embarcadas, com apoio de IA e redes de sensores, podem desempenhar funções anteriormente atribuídas a múltiplas plataformas e tripulações, representando uma mudança de paradigma no perfil do *warfare officer*<sup>20</sup> e nas operações navais do futuro (The AI Guy, 2025).

Os avanços se inserem em um esforço mais amplo da Marinha do Reino Unido para transformar o perfil operacional de suas forças, por meio da experimentação com plataformas autônomas e do fortalecimento da interoperabilidade entre países aliados. De acordo com o Almirante James Parkin, diretor do setor de desenvolvimento da Marinha do Reino Unido, o *Autonomous Warrior* revelou o potencial desses sistemas para ampliar a massa, a persistência e a letalidade das marinhas do AUKUS, ao

---

<sup>19</sup> NavyX é descrito pela Royal Navy como seu "*Autonomy, Lethality and Innovation accelerator*", vinculado ao *Develop Directorate*, responsável por acelerar experimentos com tecnologias emergentes, teste de plataformas não tripuladas e integração rápida de novos sistemas (Navy Lookout, 2024, tradução nossa).

<sup>20</sup> É o oficial naval responsável pelo gerenciamento das capacidades operacionais de um navio de guerra. Ele lidera e gerencia equipes, analisa dados e toma decisões importantes relacionadas aos diversos aspectos das operações navais, como navegação, comunicações, emprego de sensores e gerenciamento de armas (UNITED KINGDOM, 2025, tradução nossa).

mesmo tempo em que acelera o desenvolvimento de capacidades conjuntas e a maturação de novos conceitos operacionais (UNITED KINGDOM, 2024).

Conclui-se, portanto, que o *Autonomous Warrior 2024* e as iniciativas autônomas da Marinha britânica, como o emprego do *XV Patrick Blackett*, revelam avanços concretos na interoperabilidade entre aliados e na experimentação com comando distribuído. Esses esforços reforçam o papel do AUKUS como plataforma de inovação operacional e apontam para uma transformação em curso na lógica da guerra naval.

### 3.3.3 Implicações para o Equilíbrio Naval no Indo-Pacífico

De acordo com Panella (2024), a China tem expandido significativamente suas capacidades de negação de acesso (A2/AD) no Indo-Pacífico, com foco no Mar do Sul da China e no Estreito de Taiwan. Seu arsenal inclui mísseis antinavio de longo alcance, redes de sensores, satélites e guerra eletrônica, voltados a dificultar a projeção de forças navais aliadas na região. Tal estratégia visa afastar os Estados Unidos e parceiros de áreas consideradas sensíveis.

Conclui-se, assim, que o fortalecimento do aparato A2/AD chinês impõe desafios diretos ao equilíbrio naval regional e à liberdade de manobra das forças ocidentais.

Em resposta à crescente pressão chinesa na região, o Pilar II do AUKUS tem investido em uma dissuasão adaptativa, baseada em presença dispersa e tecnologias emergentes, operando em articulação com plataformas nucleares tripuladas. Um exemplo concreto é a adoção do *Ghost Shark* pela Marinha australiana, um veículo submarino não tripulado de longo alcance que pode ser lançado de submarinos nucleares e operar de forma autônoma em missões de vigilância ou ataque (Gosling, 2023).

Em síntese, as iniciativas do AUKUS no campo das AAL configuram mais do que uma modernização tecnológica: representam uma reconfiguração do equilíbrio de poder no Indo-Pacífico. Ao integrar plataformas autônomas a uma lógica de dissuasão distribuída, a aliança não apenas responde aos desafios impostos pela China, mas redefine os parâmetros de presença, iniciativa e superioridade marítima na região.

## **4 AS AAL EM PERSPECTIVA: TEORIA, PRÁTICA E DIREÇÕES FUTURAS**

### **4.1 A CONVERGÊNCIA ENTRE TEORIA E PRÁTICA**

#### **4.1.1 As AAL Fortalecem ou Enfraquecem a Dissuasão?**

A teoria da dissuasão estratégica de Schelling, conforme citado por Scharre (2018), estabelece que o valor de uma força armada não reside apenas em sua capacidade destrutiva, mas na credibilidade da ameaça e na manipulação do risco. Schelling introduz a ideia de uma “ameaça que deixa algo ao acaso”, segundo a qual a imprevisibilidade pode ser funcional à dissuasão, ao induzir cautela no adversário. O poder dissuasório, portanto, depende tanto de fatores materiais quanto psicológicos: percepção de risco, incerteza e custo potencial de escalada.

No domínio marítimo, como observa Geoffrey Till (2018), a dissuasão naval acrescenta características específicas: mobilidade, ambiguidade e presença contínua, qualidades que ampliam a eficácia das ações dissuasórias em tempo de paz.

À luz dessas formulações teóricas, a integração das armas autônomas letais (AAL) à doutrina operacional da Marinha dos EUA parece, em vários aspectos, reforçar os elementos clássicos da dissuasão.

O uso de plataformas como o Orca XLUUV, o Sea Hunter e o MQ-4C Triton, amplia o alcance e a persistência da presença naval, viabilizando vigilância constante e cobertura de áreas estratégicas com menor risco humano. A capacidade dessas plataformas de operar de forma contínua e em áreas contestadas, como o Golfo Pérsico, gera efeitos psicológicos e operacionais dissuasórios: aumenta a imprevisibilidade tática, dificulta o cálculo adversário e reduz as zonas de risco aceitável para o oponente.

Além disso, o uso de AAL pode sinalizar um aumento da prontidão e da capacidade de reação automática. Como argumenta Scharre (2018), o emprego de sistemas parcialmente ou totalmente autônomos induz o adversário a considerar a possibilidade de perda de controle humano direto sobre o uso da força. Essa percepção de “automatização do engajamento” pode gerar cautela e inibir ações ofensivas, especialmente em contextos de ambiguidade estratégica.

A participação das AAL nos exercícios *Digital Horizon* e *Digital Talon* evidencia que essa capacidade está sendo testada em cenários reais, inclusive com uso de IA embarcada e interoperabilidade entre forças aliadas.

Contudo, a eficácia dissuasória das AAL não é automática. Como adverte Geoffrey Till (2018), o valor estratégico das novas tecnologias depende de sua integração doutrinária, confiabilidade técnica e comunicação clara de intenções. A ausência de regras transparentes sobre os parâmetros de engajamento das AAL pode limitar o entendimento adversário, prejudicando o efeito dissuasório. A dissuasão exige, acima de tudo, que a ameaça seja compreendida e crível.

Nesse sentido, embora as AAL ofereçam vantagens estruturais para a dissuasão como alcance ampliando, presença e imprevisibilidade, sua eficácia depende da percepção externa e da governança estratégica dos sistemas. A autonomia, se percebida como risco incontrolável, pode tanto deter quanto provocar reações preventivas.

#### 4.1.2 Evolução do Modelo Estratégico Tradicional

A teoria clássica da dissuasão, ancorada na centralização do poder e no controle humano sobre o uso da força, parte da premissa de que os agentes decisórios são racionais, identificáveis e hierarquicamente organizados. De acordo com Schelling, a ameaça crível supõe a existência de um comando claro, com autoridade para empregar ou recuar diante do uso da força. De forma complementar, a lógica do poder naval segundo Geoffrey Till (2018) sustenta que a eficácia estratégica depende da integração entre meios, doutrina e comando. O controle centralizado seria, assim, um dos pilares da previsibilidade estratégica, condição necessária para evitar erros de cálculo ou escaladas indesejadas.

No entanto, a evolução recente da doutrina naval da Marinha dos EUA aponta para uma reconfiguração desse modelo tradicional, particularmente com a adoção de conceitos como *Distributed Maritime Operations* (DMO), *Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons* (JAM-GC) e o *Project Overmatch*. Essas estruturas, como analisado no capítulo 3, promovem uma arquitetura operacional baseada em comando distribuído, ação em rede e decisão descentralizada, uma ruptura relevante em relação ao modelo de dissuasão centralizada.

A distribuição de forças em plataformas modulares, muitas delas autônomas ou operadas remotamente, altera a dinâmica do emprego do poder naval. A Marinha dos EUA ao passar a adotar a abordagem *mission command*<sup>21</sup>, permite que unidades subordinadas ajam com base na intenção do comandante, respondendo a situações dinâmicas com maior autonomia (Kikuchi, 2025).

O conceito de *Mosaic Warfare*, nesse sentido, ilustra a fragmentação e recombinação de capacidades táticas, produzindo efeitos estratégicos a partir da flexibilidade e da ambiguidade operacional.

Essa transição não significa o abandono da lógica dissuasória, mas sim sua adaptação a um novo paradigma doutrinário e tecnológico. O risco, como aponta Scharre (2018), reside na possibilidade de perda de controle efetivo sobre a decisão letal, sobretudo em cenários de guerra eletrônica, negação de GPS ou falhas de interoperabilidade. A autonomia parcial dos sistemas exige salvaguardas robustas, como as previstas na DoD *Directive* 3000.09, mas ainda assim tensiona os limites entre controle e imprevisibilidade.

Portanto, o que se observa não é uma simples ruptura, mas uma continuidade transformada: a dissuasão persiste como lógica estratégica, mas seu modo de operação passa por uma mutação estrutural, impulsionada pela integração das AAL e pelas exigências das operações multidomínio.

A integração das AAL à doutrina da Marinha dos EUA confirma e atualiza elementos centrais da dissuasão estratégica formulada por Schelling e da dissuasão marítima segundo Geoffrey Till.

Ao ampliar a presença, reforçar a imprevisibilidade e descentralizar a resposta, as AAL contribuem para a credibilidade da ameaça e a manipulação do risco. Ao mesmo tempo, a transição para um paradigma operacional distribuído, impulsionada por conceitos como DMO e *Mosaic Warfare*, indica uma adaptação doutrinária que desafia o modelo tradicional de comando centralizado.

---

<sup>21</sup> *Mission command* é geralmente definido como uma abordagem de comando e controle que capacita a tomada de decisão por subordinados e a execução descentralizada conforme apropriado à situação (Kikuchi, 2025, p. 28, tradução nossa).

## 4.2 BARREIRAS À CONSOLIDAÇÃO DOUTRINÁRIA DAS AAL

### 4.2.1 O ideal Doutrinário vs. As Limitações Técnicas

As doutrinas contemporâneas de poder naval e operações multidomínio, como as formuladas por Geoffrey Till (2018) e pelos documentos estratégicos, respectivamente, pressupõem a integração plena entre tecnologia, comando e efeitos operacionais. Conceitos como *Seapower*, DMO e JAM-GC apontam para uma força naval distribuída, conectada em rede, letal e resiliente. Como visto anteriormente, essa visão depende da maturidade técnica dos sistemas empregados, da confiabilidade das comunicações e da interoperabilidade entre plataformas tripuladas e não tripuladas, condições essenciais para a eficácia do combate em ambientes contestados e para a dissuasão em tempo real.

Os testes com plataformas autônomas como o *Sea Hunter*, Orca XLUUV e os USV da Força-Tarefa 59 revelam avanços significativos em vigilância e persistência, mas também expõem fragilidades em aspectos como comando e controle (C2), resiliência cibernética e latência de comunicações (Savitz; Perez, 2025).

Desta forma, ao se confrontar a modelagem teórica com os dados empíricos reunidos anteriormente, evidenciam-se algumas limitações técnicas que comprometem a realização plena do ideal doutrinário.

No domínio marítimo, por exemplo, os UUV enfrentam desafios de navegação autônoma em ambientes dinâmicos, com limitações de autonomia energética e precisão de sensores. A necessidade de estações de recarga submersas, ainda em estágios experimentais, e a dependência de baterias de curta duração restringem sua capacidade de projeção de poder (Martin *et al.*, 2019). Já no caso dos USV, embora tenham demonstrado capacidade de operar por períodos prolongados, permanecem dependentes de enlaces confiáveis de dados e de supervisão remota em cenários complexos, o que relativiza sua efetiva autonomia (Ocean Science & Technology, 2025).

Os exercícios multinacionais no âmbito do AUKUS, como o *Autonomous Warrior 2024*, evidenciaram avanços na integração de plataformas autônomas entre aliados, especialmente entre Reino Unido e Austrália, com o uso da arquitetura MUSIC (UNITED STATES, 2024).

Embora os progressos recentes revelem avanços na interoperabilidade, a consolidação plena desse processo ainda requer ajustes graduais no alinhamento técnico e doutrinário, sendo determinante para consolidar a inserção eficiente no ambiente das operações multidomínio. Assim, somente desta forma, encontrará respaldo na concepção de Till, segundo a qual a superioridade naval está associada a uma arquitetura C4ISR cada vez mais coesa e responsiva.

#### 4.2.2 Autonomia sob Tensão: Responsabilidade, Legitimidade e Controle Humano Significativo

A expansão do emprego das AAL introduz uma zona crítica de tensão entre viabilidade operacional e legitimidade do uso da força. Conforme apresentado no capítulo 2, a dissuasão tradicional pressupõe atores humanos racionais, capazes de responder por suas ações e de evitar a escalada descontrolada. No entanto, a inserção de algoritmos decisórios, pode comprometer a previsibilidade e a responsabilização, elementos centrais para a eficácia e a aceitabilidade da ameaça dissuasória.

Conforme apresentado por Asaro (2012), há necessidade de manter um grau mínimo de “controle humano significativo” sobre decisões críticas, especialmente aquelas que envolvem o uso da força letal. Segundo McFarland (2020), a ausência de supervisão direta mina as bases éticas e jurídicas da guerra, sobretudo ao dificultar a atribuição de responsabilidade em caso de danos colaterais, erros de identificação ou violações ao Direito Internacional Humanitário (DIH).

Essa preocupação é formalmente reconhecida pela DoD *Directive* 3000.09, a qual exige que os sistemas autônomos letais sejam projetados com capacidade de supervisão humana e com mecanismos de interrupção confiáveis (UNITED STATES, 2023).

Na prática, no entanto, os testes conduzidos pela Força-Tarefa 59 e os exercícios conjuntos no âmbito do Pilar II do AUKUS revelam uma lacuna entre o princípio normativo e a realidade operacional. Durante o exercício *Digital Talon*, por exemplo, foram testados lançamentos remotos de munições do tipo *loitering*, além de operações automatizadas de veículos de superfície e aéreos (UNITED STATES, 2024).

Nestes cenários, o grau de supervisão humana fica reduzido a níveis mínimos, confiando-se em redes de sensores, IA e protocolos de missão previamente definidos. Embora tais experimentos ampliem a eficiência e a letalidade da força, também geram dúvidas sobre o limite entre supervisão e delegação de autoridade letal às máquinas.

#### 4.3 A INTEGRAÇÃO OPERACIONAL DAS AAL: INTEROPERABILIDADE E ARQUITETURA DECISÓRIA

##### 4.3.1 Operações Multidomínio: Potencial Transformador e Consolidação Operacional

Os exercícios operacionais analisados no capítulo 3, como o *Digital Horizon*, *Digital Talon* e *Autonomous Warrior 2024*, demonstraram a capacidade das AAL de operar em rede com plataformas tripuladas e aliados estratégicos.

O Pilar II do AUKUS tem promovido avanços significativos na integração entre sistemas autônomos de seus participantes, com o compartilhamento de dados em tempo real, controle cruzado de plataformas e interoperabilidade entre arquiteturas navais distintas (UNITED KINGDOM, 2024).

O uso de redes comuns como a MUSIC, a operação combinada de sistemas como o Bluebottle e o SONIX, e os testes embarcados com IA demonstram que a colaboração entre países tem produzido resultados. O progresso operacional está alinhado com o conceito de *Distributed Maritime Operations* (DMO) e com a doutrina articulada do *Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons* (JAM-GC).

As formulações teóricas, discutidas no capítulo 2, propõem a fragmentação da força naval em unidades menores, modulares e interconectadas, operando com flexibilidade e autonomia tática em múltiplos domínios (UNITED STATES, 2021). O objetivo é alcançar superioridade decisória por meio de operações sincronizadas e redes distribuídas, capazes de enfrentar ambientes contestados e saturados por estratégias A2/AD.

Portanto, verifica-se uma convergência entre teoria e prática: os exercícios multinacionais demonstram que o modelo de operações multidomínio tem avançado. Apesar de desafios como latência de comunicações, navegação submersa, reabastecimento autônomo e outros, os resultados indicam que a consolidação doutrinária está em curso.

#### 4.3.2 A Arquitetura Decisória no Futuro das AAL Navais

De acordo com Verney *et al.* (2021), no modelo proposto pelo *Joint Air Power Competence Centre* (JPCC) da NATO, é possível categorizar o emprego militar de sistemas autônomos em três arranjos decisórios, de acordo com o grau de envolvimento humano no ciclo de comando.

O 1º modelo, *human-in-the-loop*, pressupõe que decisões críticas só são executadas com autorização explícita do operador humano.

O 2º modelo, *human-on-the-loop*, representa um arranjo híbrido: a IA conduz tarefas autônomas, mas sob supervisão humana com possibilidade de veto.

O 3º modelo, *human-out-of-the-loop*, delega completamente à máquina a capacidade de tomar e executar decisões letais. Embora controverso, esse arranjo é considerado tecnicamente viável para cenários extremos, como defesa antimíssil ou engajamentos de altíssima velocidade.

Pelo o exposto neste trabalho, o 2º modelo tem ganhado espaço em experimentos da Força-Tarefa 59 e nos testes com plataformas como o Sea Hunter e o Orca XLUUV. Tal categoria vem se consolidando como o mais funcional em operações navais distribuídas, nas quais o tempo de decisão é restrito, mas a supervisão ainda é considerada essencial.

Sendo assim, a tipologia apresentada pelo JPCC evidencia que o debate sobre AAL envolve escolhas sobre o grau de delegação e os limites para a autonomia no uso da força. Cada modelo apresenta vantagens e riscos distintos para o emprego futuro nos conflitos e guerras, o que reforça a necessidade de critérios normativos claros e uma interoperabilidade entre as plataformas tripuladas e as não tripuladas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como propósito investigar como a Marinha dos Estados Unidos tem integrado as AAL à sua estrutura operacional e doutrinária, considerando os impactos dessa incorporação sobre o exercício do poder naval em um contexto estratégico marcado por transformações tecnológicas aceleradas e crescente competição. A pesquisa buscou compreender se essa integração representa uma mera modernização incremental ou se traduz uma inflexão mais profunda na lógica de comando, no emprego da força e na organização das capacidades militares. Ao longo do trabalho, foi possível demonstrar que a Marinha dos EUA não apenas vem experimentando e incorporando AAL em suas operações, como também tem reformulado aspectos centrais de sua doutrina e arquitetura decisória, de forma coerente com as operações multidomínio.

A partir desse propósito, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: como a Marinha dos EUA tem integrado sistemas autônomos letais ao poder naval, e em que medida essa integração transforma sua doutrina, arquitetura operacional e estratégias de interoperabilidade com aliados (AUKUS)? Essa pergunta orientou a delimitação empírica e conceitual do estudo, permitindo explorar de maneira estruturada os vínculos entre a introdução de novas tecnologias e as mudanças doutrinárias em curso no campo naval.

A pesquisa foi conduzida com base numa abordagem exploratória, fundamentada na análise documental de fontes institucionais, relatórios técnicos, doutrinas operacionais e literatura especializada. Inicialmente, o capítulo 2 apresentou o arcabouço teórico-conceitual necessário à análise, abordando o poder naval sob a ótica de sua dimensão estratégica, sua função dissuasória e seu papel na produção de efeitos militares em múltiplos domínios. Foram exploradas as doutrinas da Marinha dos EUA que dão sustentação à transformação atual, especialmente o *Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons* (JAM-GC) e as *Distributed Maritime Operations* (DMO), articuladas com o conceito de *network-centric warfare*. O capítulo também discutiu os desafios conceituais associados à introdução de armas autônomas no ambiente militar, sobretudo no que se refere aos modelos de decisão, à legitimidade do uso da força e à autonomia supervisionada por operadores humanos.

Em seguida, o capítulo 3 concentrou-se na realidade empírica, examinando como a Marinha dos EUA tem operacionalizado a integração de AAL. Foram descritas as características e funcionalidades de plataformas como o MQ-4C Triton, o Sea Hunter e o Orca XLUUV, destacando sua aplicação em contextos de vigilância, operações antissubmarino e emprego em ambientes hostis. Também foram analisadas iniciativas institucionais como a Força-Tarefa 59, responsável por testes operacionais no Oriente Médio, e o *Project Overmatch*, voltado à integração de redes táticas e comando distribuído. A terceira seção do capítulo abordou a cooperação trilateral no âmbito do Pilar II do AUKUS, detalhando os avanços observados em exercícios como o *Autonomous Warrior 2024*, nos quais foi possível verificar o emprego combinado de plataformas autônomas de diferentes países, a interoperabilidade entre redes de comando e o compartilhamento de inteligência em tempo real.

O capítulo 4 estruturou-se em dois eixos analíticos. O primeiro examinou a consolidação das operações multidomínio, identificando evidências de que os conceitos doutrinários apresentados no capítulo 2 estão sendo progressivamente traduzidos em capacidades operacionais reais. O emprego de AAL em rede com plataformas tripuladas, sob comando distribuído e com elevada flexibilidade tática, foi identificado como elemento central dessa transformação. O segundo eixo analisou a arquitetura decisória associada ao emprego de AAL, com ênfase nos modelos descritos pela doutrina da OTAN. Observou-se que o modelo *human-on-the-loop* tem se consolidado como o mais viável no contexto naval, por equilibrar autonomia de execução e supervisão humana, sobretudo em ambientes de decisão rápida e alto risco. A análise demonstrou que esse modelo permite ganhos operacionais sem comprometer os requisitos de responsabilização e controle sobre o uso da força.

Entre as considerações mais relevantes do estudo, destaca-se que a Marinha dos EUA adota uma estratégia de integração gradual e coordenada de AAL, baseada em modularidade, interoperabilidade e comando flexível. As plataformas autônomas não apenas ampliam a persistência e a cobertura das operações, como também possibilitam a dispersão de vetores letais e não letais, alinhando-se à lógica da letalidade distribuída. Do ponto de vista doutrinário, a Marinha dos Estados Unidos tem conseguido incorporar as novas tecnologias sem perder de vista os fundamentos de comando e supervisão, além da cooperação multinacional. A interoperabilidade com aliados, particularmente no âmbito do AUKUS, demonstrou ser tecnicamente

viável, com operações combinadas envolvendo o controle cruzado de ativos, redes de comunicação compatíveis e sinergia tática entre diferentes marinhas. Esses dados reforçam a ideia de que a transformação do poder naval em curso não é apenas tecnológica, mas também doutrinária, organizacional e estratégica.

A relevância dessas constatações se projeta para além do caso dos Estados Unidos. A capacidade de integrar sistemas autônomos letais de forma segura, eficaz e interoperável sugere que os impasses entre inovação e controle podem ser superados mediante doutrina, experimentação e acordos de cooperação. O caso da Marinha dos EUA mostra que é possível adaptar estruturas tradicionais de comando às especificações das operações multidomínio, mantendo a centralidade da supervisão humana ao mesmo tempo em que se amplia a eficiência operacional. Em um cenário internacional marcado por rivalidade entre grandes atores, proliferação tecnológica e pressão por respostas rápidas, essas capacidades se tornam decisivas para garantir vantagem estratégica.

Embora tenha alcançado seus objetivos, o estudo apresenta limitações que abrem espaço para investigações futuras. Não foi possível aprofundar os aspectos normativos e jurídicos que envolvem o uso de AAL, especialmente no que se refere às regras de engajamento (ROE) específicas e aos protocolos internos da Marinha dos EUA para autorização do uso da força. Também não foram exploradas as percepções de adversários estratégicos, como China e Rússia, a respeito da integração de AAL ao poder naval ocidental, o que poderia oferecer uma visão mais completa do equilíbrio dissuasório em formação. Além disso, o estudo concentrou-se no domínio marítimo, deixando de abordar de forma mais aprofundada a integração dos sistemas autônomos em operações conjuntas com outros ramos das forças armadas dos EUA.

As possibilidades de desenvolvimento futuro do tema incluem o estudo das capacidades cognitivas embarcadas em AAL, a evolução das arquiteturas de rede em ambientes degradados e a aplicação de plataformas autônomas em domínios menos explorados, como o espacial e o cibernético. A tendência observada é a da constituição de forças navais híbridas, em que plataformas tripuladas, remotamente operadas e autônomas atuam de forma sinérgica, sob um sistema de comando distribuído e apoiado por IA. A consolidação de doutrinas adaptativas, capazes de integrar esses diferentes vetores em operações coordenadas, será central para as

marinhas que desejam manter capacidade operacional e relevância estratégica nas próximas décadas.

Para a Marinha do Brasil, as implicações da pesquisa são significativas. Embora as condições geopolíticas, orçamentárias e institucionais sejam distintas, a experiência da Marinha dos EUA oferece algumas lições. A adoção seletiva de plataformas autônomas pode ampliar a capacidade de vigilância e presença em áreas de interesse estratégico, como a Amazônia Azul, sem a necessidade de grandes frotas tripuladas. Mais do que a aquisição de novos sistemas, será fundamental investir no desenvolvimento de doutrina nacional, protocolos de comando e capacitação técnica para operar e integrar esses meios. A interoperabilidade com marinhas aliadas, a participação em exercícios combinados e a internalização de boas práticas observadas em experiências internacionais podem contribuir para que a Marinha do Brasil se prepare adequadamente para os desafios do século XXI.

## REFERÊNCIAS

ASARO, Peter. **On banning autonomous weapon systems**. [S. l.]: International Committee for Robot Arms Control, 2012.

AUSTRALIA. Department of Defence. **AUKUS Pillar II in action at Exercise Autonomous Warrior 2024**. Canberra: Department of Defence, 25 out. 2024. Disponível em: <https://www.minister.defence.gov.au/media-releases/2024-10-25/aucus-pillar-ii-action-exercise-autonomous-warrior-2024>. Acesso em: 15 jun. 2025.

BAPTISTA, Ana Fernanda Moreira *et al.* Lethal autonomous weapons systems (LAWS): da ficção científica para a realidade humana. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 566–583, set./dez. 2022.

BURT, Peter. **The next wave: The use of military drones in the world's oceans**. Oxford: Drone Wars UK, 2024. Disponível em: <https://dronewars.net/wp-content/uploads/2024/02/DW-Next-Wave-WEB.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.

CALFEE, Sharif H. **Delivering Advanced Unmanned Autonomous Systems and Artificial Intelligence for Naval Superiority: The Case for Establishing a U.S. Navy Autonomy Project Office**. Center for Strategic and Budgetary Assessments (CSBA), 25 maio 2021. Disponível em: <https://csbaonline.org/research/publications/delivering-advanced-unmanned-autonomous-systems-and-artificial-intelligence-for-naval-superiority>. Acesso em: 10 jun. 2025.

CHRISTIANSON, John; MONAGHAN, Sean; COOKE, Di. **AUKUS Pillar Two: Advancing the Capabilities of the United States, United Kingdom, and Australia**. Center for Strategic and International Studies, 12 dez. 2023. Disponível em: <https://www.csis.org/analysis/aucus-pillar-two-advancing-capabilities-united-states-united-kingdom-and-australia>. Acesso em: 18 jun. 2025.

CLARK, Brian *et al.* **Mosaic Warfare: Exploiting Artificial Intelligence and Autonomous Systems to Implement Decision-Centric Operations**. Washington, DC: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2020.

DEFENSEMIRROR.com. **U.S. Navy to Receive Second Boeing Orca Autonomous Submarine in Early 2025**. *DefenseMirror.com*, 7 dez. 2024. Disponível em: <https://www.defensemirror.com/news/38336>. Acesso em: 10 jun. 2025

EYLANBEKOV, Zaur. **Mosaic Warfare**. *Air & Space Forces Magazine*, [s.l.], 1 nov. 2019. Disponível em: <https://www.airandspaceforces.com/article/mosaic-warfare/>. Acesso em: 03 jul. 2025.

GAMBOA, Elisha. **Project Overmatch achieves historic milestone with Five Eyes agreement**. U.S. Naval Information Warfare Systems Command, 26 fev. 2025. Disponível em: <https://www.navwar.navy.mil/Media/Article-Display/Article/4077984/project-overmatch-achieves-historic-milestone-with-five-eyes-agreement/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

GOSLING, Luke. ***Deterring at a distance: The strategic logic of AUKUS***. Lowy Institute, 2023. Disponível em: <https://www.lowyinstitute.org/publications/deterring-distance-strategic-logic-aukus>. Acesso em: 16 jul. 2025.

HAAN, Katherine. ***What is Five Eyes Alliance?*** Forbes Advisor, 4 jun. 2024. Disponível em: <https://www.forbes.com/advisor/business/what-is-five-eyes/>. Acesso em: 20 jul. 2025.

INTERNATIONAL COMMITTEE OF THE RED CROSS. ***Autonomous weapon systems: Implications of increasing autonomy in the critical functions of weapons***. Geneva: International Committee of the Red Cross, 2016.

KIKUCHI, Shigeo. ***Mission Command in Networked Forces: Adoption of Mission Command in Recent U.S. Navy and Air Force Doctrines and Operational Concepts***. *Security & Strategy*, vol. 5, jan. 2025. Tokyo: National Institute for Defense Studies (NIDS), 2025. Disponível em: <https://www.nids.mod.go.jp/english/publication/security/pdf/2025/05.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2025.

KIM, Cana *et al.* (ed.). ***AUKUS briefing book: April 2024 update***. [S.l.]: PLuS Alliance, 2024. Disponível em: <https://securityanddefenceplus.plusalliance.org/aukus-briefing-book/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

MAGNUSON, Stew. ***DARPA tiles together a vision of Mosaic Warfare: Banking on cost-effective complexity to overwhelm adversaries***. Arlington, VA: Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), 2018. Feature. Disponível em: <https://www.darpa.mil/news/features/mosaic-warfare>. Acesso em: 17 jul. 2025.

MARTIN, Bradley *et al.* ***Advancing autonomous systems: an analysis of current and future technology for unmanned maritime vehicles***. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 4 jan. 2019. Disponível em: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR2751.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2751.html). Acesso em: 27 jun. 2025.

MCFARLAND, Tim. ***Autonomous Weapon Systems and the Law of Armed Conflict***. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

MILITARY HISTORY WIKI. ***Command ship***. [S. l.]: Fandom, 2025. Disponível em: [https://military-history.fandom.com/wiki/Command\\_ship](https://military-history.fandom.com/wiki/Command_ship). Acesso em: 24 jul. 2025.

NAVAL TECHNOLOGY. ***AUKUS nations test systems during Autonomous Warrior 24***. 29 out. 2024. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/news/aukus-nations-test-autonomous-systems/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

NAVY LOOKOUT. ***NavyX – Introducing new technology to the Royal Navy fleet***. [S.l.: s.n.], 12 jul. 2024. Disponível em: <https://www.navylookout.com/navyx-introducing-new-technology-to-the-royal-navy-fleet/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

NICASTRO, Luke A. ***AUKUS Pillar 2 (Advanced Capabilities): Background and Issues for Congress***. Congressional Research Service, 21 mai. 2024. Disponível em: <https://sgp.fas.org/crs/row/R47599.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2025.

OCEAN SCIENCE & TECHNOLOGY. ***The Role of Marine Autopilots in USV Operations: Q&A with Dynautics***. [S. l.: s. n.], 27 jun. 2025. Disponível em: <https://www.oceansciencetechnology.com/feature/the-role-of-marine-autopilots-in-usv-operations-qa-with-dynautics/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

PANELLA, Chris. ***China has a lot more missiles — with US warships and bases in its sights***. Business Insider, 8 mai. 2024. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/us-military-china-missile-problem-getting-worse-2024-5>. Acesso em: 16 jun. 2025.

SADLER, Brent Droste. ***U.S. Naval Power in the 21st Century: A New Strategy for Facing the Chinese and Russian Threat***. Annapolis, MD: Naval Institute Press, 2023.

SAILDRONE. ***Integrating USVs & AI into an Operational Maritime Environment***. [Alameda, CA: s. n.], 2025. Disponível em: <https://www.saildrone.com/missions/task-force-59-unmanned-integration>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SAILDRONE. ***Saildrone Operates in Arabian Gulf for Expanded NAVCENT Unmanned Integration***. [S. l.: s. n.], 28 jan. 2022. Disponível em: <https://www.saildrone.com/news/saildrone-operate-arabian-gulf-expanded-navcent-unmanned-integration>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SAVITZ, Scott; PEREZ, Amanda. ***Could the U.S. Navy fleet of the mid-21st century include large uncrewed vehicles?*** Santa Monica, CA: RAND Corporation, 8 jan. 2025. Disponível em: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PEA2854-1.html>. Acesso em: 13 jun. 2025

SCHARRE, Paul. ***Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War***. New York: W. W. Norton & Company, 2018.

STAPLES, Natalie. ***Enhancing AI to support the warfighter***. Department of Defence, 9 ago. 2024. Disponível em: <https://www.defence.gov.au/news-events/news/2024-08-09/enhancing-ai-support-warfighter>. Acesso em: 2 jul. 2025.

TANGREDI, Sam J. ***Anti-access warfare: countering A2/AD strategies***. Annapolis: Naval Institute Press, 2013.

THE AI GUY. ***Is Autonomy the End of the Naval Warfare Officer?*** [s.l.]: Wavell Room, 4 jun. 2025. Disponível em: <https://wavellroom.com/2025/06/04/is-autonomy-the-end-of-the-naval-warfare-officer/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

TILL, Geoffrey. ***Seapower: A Guide for the Twenty-First Century***. 4. ed. London: Routledge, 2018.

UNITED KINGDOM. Royal Navy. ***Australian exercise puts Royal Navy autonomous systems through their paces***. 28 out. 2024. Disponível em: <https://www.royalnavy.mod.uk/news/2024/october/28/20241028-australian-exercise-puts-royal-navy-autonomous-systems-through-their-paces>. Acesso em: 11 jul. 2025

UNITED KINGDOM. Royal Navy. **Warfare Officer**. [S. l.: s. n.], 2025. Disponível em: <https://www.royalnavy.mod.uk/careers/roles/rbp-warfare-officer>. Acesso em: 11 jul. 2025.

UNITED STATES. Commander Naval Air Force Atlantic. **MQ-4C Triton Unmanned Navy Aircraft System Stands Up a Third Orbit**. Norfolk, Virginia: Commander, Naval Air Force Atlantic, 3 out. 2024. Disponível em: <https://www.airlant.usff.navy.mil/Press-Room/News-Stories/Article/3925270/mq-4c-triton-unmanned-navy-aircraft-system-stands-up-a-third-orbit/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

UNITED STATES. Defense Advanced Research Projects Agency. **About DARPA**. DARPA, 2025. Disponível em: <https://www.darpa.mil/about>. Acesso em: 11 jul. 2025.

UNITED STATES. Defense Advanced Research Projects Agency. **ACTUV: Anti-Submarine Warfare (ASW) Continuous Trail Unmanned Vessel**. [S. l.]: DARPA, 2025. Disponível em: <https://www.darpa.mil/research/programs/anti-submarine-warfare>. Acesso em: 11 jul. 2025.

UNITED STATES. Department of the Army. **The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028**. TRADOC Pamphlet 525-3-1. Washington, DC: Headquarters, U.S. Army Training and Doctrine Command, 2018.

UNITED STATES. Department of Defense. **AUKUS partners complete successful tests of autonomous and networked systems in maritime experimentation**. Washington, D.C.: Department of Defense, 24 out. 2024. Disponível em: <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3944394/aukus-partners-complete-successful-tests-of-autonomous-and-networked-systems-in/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

UNITED STATES. Department of Defense. **DoD Directive 3000.09: Autonomy in Weapon Systems**. Washington, D.C., 25 jan. 2023. Disponível em: <https://media.defense.gov/2023/Jan/25/2003149928/-1/-1/0/DOD-DIRECTIVE-3000.09-AUTONOMY-IN-WEAPON-SYSTEMS.PDF>. Acesso em: 7 jun. 2025.

UNITED STATES. Department of Defense. **Elbridge A. Colby**. Washington, D.C.: Department of Defense, 2025. Disponível em: <https://www.defense.gov/About/Biographies/Biography/Article/1230279/elbridge-a-colby/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

UNITED STATES. Department of Defense. **New uncrewed undersea capabilities strengthen AUKUS partnership**. Washington, D.C. 13 nov. 2023. Disponível em: <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3586592/new-uncrewed-undersea-capabilities-strengthen-aukus-partnership/>. Acesso em: 29 mai. 2025.

UNITED STATES. Department of Defense. **Unmanned Campaign Framework**. Washington, D.C.: Department of Defense, 2021. Disponível em: <https://news.usni.org/2021/03/16/document-department-of-the-navy-unmanned-campaign-framework>. Acesso em: 19 jun. 2025.

UNITED STATES. Department of the Navy. ***U.S. Navy completes final testing milestone for Unmanned Surface Vessel Program***. Washington, D.C. 18 dez. 2024. Disponível em: <https://www.navy.mil/Press-Office/News-Stories/Article/4011047/us-navy-completes-final-testing-milestone-for-unmanned-surface-vessel-program/>. Acesso em: 4 jul. 2025.

UNITED STATES. Joint Chiefs of Staff. ***Vice Chairman of the Joint Chiefs of Staff***. [s.l.]: Washington, D.C.: Joint Chiefs of Staff, 2025. Disponível em: <https://www.jcs.mil/about/the-joint-staff/vice-chairman/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

UNITED STATES. National Aeronautics and Space Administration (NASA). ***Global Positioning System (GPS)***. Washington, D.C.: NASA, 25 set. 2023. Disponível em: <https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/gps/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

UNITED STATES. U.S. Naval Forces Central Command. ***Task Force 59 completes Digital Horizon event***. Manama, Bahrain. 15 Dec. 2022. Disponível em: <https://www.navy.mil/Press-Office/News-Stories/Article/3247193/task-force-59-completes-digital-horizon-event/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

UNITED STATES. U.S. Naval Forces Central Command. ***Task Group 59.1 conducts Digital Talon 3.0***. Manama, Bahrain. 25 nov. 2024. Disponível em: <https://www.navy.mil/Press-Office/News-Stories/Article/3977042/task-group-591-conducts-digital-talon-30/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

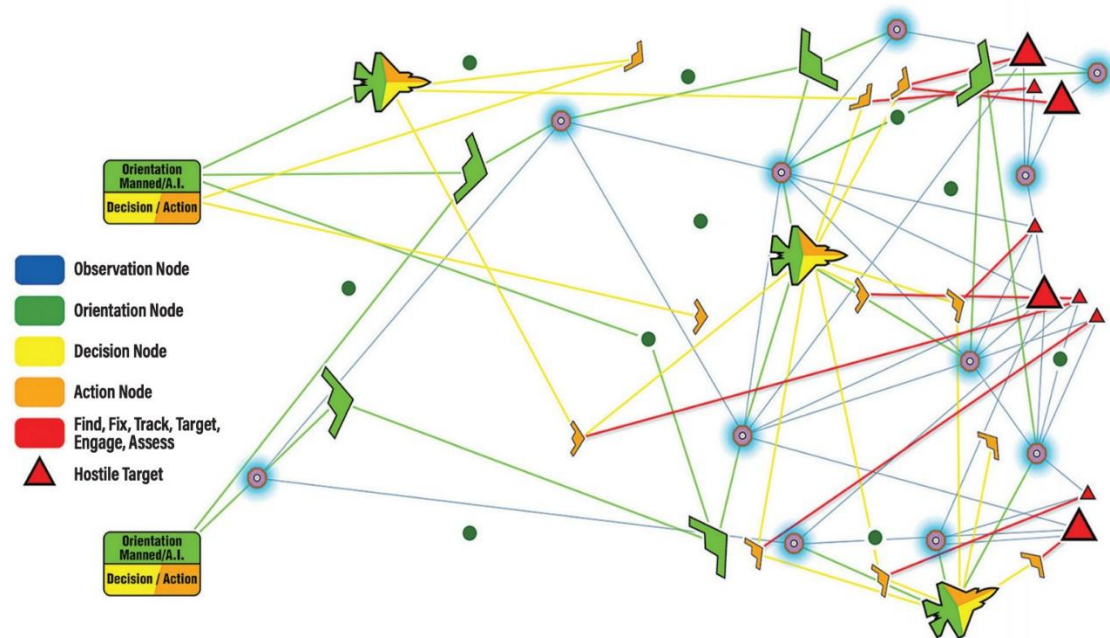
UNITED STATES. U.S. Naval Forces Central Command. ***Task Force 59 launches new unmanned task group 59.1***. Manama, Bahrain. 16 jan. 2024. Disponível em: <https://www.navy.mil/Press-Office/News-Stories/Article/3645647/task-force-59-launches-new-unmanned-task-group-591/>. Acesso em: 7 jul. 2025.

UVISION. ***About loitering munitions***. [S.l.: s.n.], 2023. Disponível em: <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

VERNEY, Jean-Michel *et al.* ***Human-On-the-Loop***. [s.l.]: Joint Air Power Competence Centre, 2021. Disponível em: <https://www.japcc.org/essays/human-on-the-loop/>. Acesso em: 18 jul. 2025.

## ANEXO A

Figura 1 - Arquitetura de Noção para o *Mosaic Warfare*



Fonte: Eylanbekov, 2019.