

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC DIEGO FELIPE GIMENEZ DE ANDRADE

**O EMPREGO DOS VEÍCULOS DE SUPERFÍCIE REMOTAMENTE
PILOTADOS EM OPERAÇÕES DE INTERESSE DO PODER NAVAL.
Do conceito à realidade.**

Rio de Janeiro

2024

CC DIEGO FELIPE GIMENEZ DE ANDRADE

**O EMPREGO DOS VEÍCULOS DE SUPERFÍCIE REMOTAMENTE
PILOTADOS EM OPERAÇÕES DE INTERESSE DO PODER NAVAL.
Do conceito à realidade.**

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso Superior.

Orientador: CC ANDRÉ DOS
SANTOS ORRICO

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2024

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.

Assinatura digital gov.br

DEDICATÓRIA

Dedico esta produção acadêmica à minha família, em especial à minha esposa Bruna Rodrigues Gimenez de Andrade, e à nossa amada filha Aurora.

AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que contribuíram para a conclusão desse trabalho acadêmico. Primeiramente, a Deus, que me permitiu ter esta grande honra e oportunidade. Agradeço também, à minha amada família, em especial à minha esposa Bruna Rodrigues Gimenez de Andrade e à nossa amada filha Aurora, pelos momentos de ausência, em que mesmo fisicamente presente, minha mente estava ocupada com esta produção acadêmica, além de diversos outros momentos em que as dificuldades profissionais inviabilizaram que eu lhes desse toda a atenção que vocês merecem. Agradeço aos meus pais, em especial à minha mãe Maiza Lima Gimenez, à minha querida irmã Thamiris e meu irmão Pedro, aos meus amigos Capitão de Corveta Diogo de Souza Taranto, Capitão de Corveta Intendente de Marinha Luciano Santi e Capitão de Corveta Leonardo Gomes de Araújo. Aos militares da Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha (DSAM), em especial ao Capitão de Corveta Walter Alves Moreira Barbosa dos Santos, ao Cabo Eletricista Leoni Azevedo Gomes, e ao Primeiro-Tenente Engenheiro Vinicius Carletti Campanharo. Agradeço também ao Contra-Almirante Carlos Henrique de Lima Zampieri, Diretor da DSAM, aos militares do Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), em especial aos Capitão de Fragata Rodrigo da Silva Vieira e ao Capitão de Corveta André Ribeiro Breitinger, pelo acolhimento, atenção e pelas essenciais contribuições que, em muito, enriqueceram este trabalho, aos Capitães de Mar e Guerra Rodrigo Alves Natalizi, Ulysses Augusto Magalhães Dantas Itapicurú e Carlos Eduardo Parente Ribeiro, pelo estímulo profissional e acadêmico, ao Capitão Tenente Luiz Antônio Costa Carvalho, professor Natanael Nunes de Moura Júnior, da UFRJ, aos irmãos e irmãs da Primeira Igreja Presbiteriana de Maricá e aos instrutores e mestres da Escola de Guerra Naval, em especial ao Capitão de Corveta CC André dos Santos Orrico, meu orientador, além de todos os demais Oficiais e Praças, pelo suporte necessário neste importante momento profissional.

“Ora, a fé é o firme fundamento das coisas que se esperam, e a prova das coisas que se não vêem”.

Hebreus 11.1

RESUMO

Esta monografia aborda a possibilidade de emprego de Veículos de Superfície Remotamente Pilotados (VSRP) no contexto das operações navais, com ênfase nas suas vantagens, desafios e implicações para a Marinha do Brasil. O estudo examina como o avanço tecnológico nas áreas de engenharia eletrônica, mecatrônica e comunicações tem possibilitado o uso desses veículos em operações complexas e de alto risco, proporcionando maior segurança e eficiência. Além disso, analisa-se o potencial dos VSRP para modernizar as capacidades operacionais da Marinha, e estimular o fomento da Base Industrial de Defesa (BID), em alinhamento com as diretrizes estabelecidas na Estratégia Nacional de Defesa (END) e na Política Nacional de Defesa (PND). A monografia também discute as principais vantagens dos VSRP, como a redução de riscos humanos, flexibilidade operacional, e custos operacionais reduzidos, assim como as limitações e desafios técnicos, como miniaturização de sensores e capacidade de resistência e autonomia. Finalmente, o trabalho considera as perspectivas futuras para o desenvolvimento nacional desses veículos, abordando aspectos de viabilidade tecnológica, custos de implementação e integração com sistemas existentes.

Palavras-chave: Veículos de Superfície Não Tripulados. Operações Navais. Base Industrial de Defesa. Estratégia Nacional de Defesa.

ABSTRACT

THE USE OF REMOTELY PILOTED SURFACE VEHICLES IN OPERATIONS OF INTEREST TO NAVAL POWER.

From Concept to Reality

This monograph addresses the potential use of Unmanned Surface Vehicles (USVs) in the context of naval operations, with an emphasis on their advantages, challenges, and implications for the Brazilian Navy. The study examines how technological advancements in electronic engineering, mechatronics, and communications have enabled the use of these vehicles in complex and high-risk operations, providing greater safety and efficiency. Furthermore, it analyzes the potential of USVs to modernize the operational capabilities of the Navy and stimulate the development of the Defense Industrial Base (DIB), in alignment with the guidelines established in the National Defense Strategy (END) and the National Defense Policy (PND). The monograph also discusses the main advantages of USVs, such as reduced human risks, operational flexibility, and lower operational costs, as well as the technical limitations and challenges, such as sensor miniaturization and endurance and autonomy capabilities. Finally, the work considers the future prospects for the national development of these vehicles, addressing aspects of technological feasibility, implementation costs, and integration with existing systems.

Keywords: Unmanned Surface Vehicles. Naval Operations. Defense Industrial Base. National Defense Strategy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Corveta russa Ivanovets “na mira” de um VSRP ucraniano	20
FIGURA 2 – Ilustração de um VSRP operado pela Ucrânia	26
FIGURA 3 – Ilustração de um sistema de detecção e interferência antidrone	30
FIGURA 4 – Ilustração do VSNT do CASNAV, atracado na Escola Naval	32
FIGURA 5 – Ilustração da estação de controle do VSNT, na Escola Naval	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJB	–	Águas Jurisdicionais Brasileiras
VRP	–	Veículos Remotamente Pilotados
VSRP	–	Veículos de Superfície Remotamente Pilotados
CASNAV	–	Centro de Análise de Sistemas Navais
CNUDM	–	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
END	–	Estratégia Nacional de Defesa
PND	–	Política Nacional de Defesa
BID	–	Base Industrial de Defesa
TBPN	–	Tarefas Básicas do Poder Naval
CAPN	–	Campos de Atuação do Poder Naval
EDM	–	Estratégia de Defesa Marítima
TRL	–	<i>Technology Readiness Level</i>
RAM	–	Revolução nos Assuntos Militares RAM
A2/AD	–	<i>Anti-Access/Area Denial</i>
ISR	–	<i>Intelligence, Surveillance, Reconnaissance</i>
DIH	–	Direito Internacional Humanitário

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	ESPERA E AÇÃO: A DEFESA ESTRATÉGICA NO PODER NAVAL	14
2.1	CAMPOS DE ATUAÇÃO DO PODER NAVAL	14
2.1.1	Defesa Naval	14
2.1.2	Segurança Marítima	15
2.1.3	Diplomacia Naval e Apoio às Ações do Estado	15
2.2	TAREFAS BÁSICAS DO PODER NAVAL	16
3	O EMPREGO DO VSRP, A FIM DE NEGAR O USO DO MAR	17
3.1	A TEORIA DA VANTAGEM DA ESPERA, DE CLAUSEWITZ, E A REALIDADE NO CONFLITO NAVAL ENTRE RÚSSIA E UCRÂNIA	18
3.2	O EMPREGO DO VSRP EM OUTRAS TAREFAS DO PODER NAVAL	21
3.2.1	Projetar Poder	21
3.2.2	Controlar Áreas Marítimas e Interiores e Realizar Proteção Marítima	22
3.2.3	Prover a Segurança da Navegação Aquaviária	22
3.2.4	Contribuir para a Segurança e Desenvolvimento Nacional	23
4	AS PRINCIPAIS VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO EMPREGO DOS VSRP	23
4.1	VANTAGENS DOS VSRP	23
4.1.1	Redução de Riscos Humanos	24
4.1.2	Flexibilidade e Versatilidade Operacional	25
4.1.3	Custos Operacionais Reduzidos	25
4.1.4	Discrição e Redução da Assinatura	26
4.1.5	Implementação de Tecnologias Avançadas	27
4.2	LIMITAÇÕES DOS VSRP	27
4.2.1	Miniaturização de Sensores	28
4.2.2	Capacidade de Resistência e Autonomia	28
4.2.3	Resiliência, Desafios na Comunicação e Contramedidas	29
4.2.4	Dependência de Infraestruturas de Apoio	30

4.2.5 Riscos jurídicos_	31
5 POSSIBILIDADES DE DESENVOLVIMENTO NACIONAL DE VSRP	32
5.1 AUTONOMIA TECNOLÓGICA E LOGÍSTICA	33
5.2 APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO	35
5.3 DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL E ECONÔMICO	36
5.4 ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS AVANÇADAS, E O ESTÍMULO À PRODUÇÃO CIENTÍFICA	36
6 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	41
ANEXO A – POTENTIAL NAVAL MISSIONS AND FUNCTIONS FOR USV EMPLOYMENT	43
ANEXO B - QUESTIONÁRIO ABERTO ENVIADO A REPRESENTANTES DO CASNAV	46

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o avanço tecnológico, em especial nas áreas de engenharia eletrônica, mecatrônica e de comunicações, vem permitindo o aumento da participação de Veículos Remotamente Pilotados (VRP) em cenários de conflito. O emprego desse tipo de veículos, conforme se pretende demonstrar, pode contribuir para a execução de operações complexas e de alto risco, com maior segurança para o pessoal envolvido, além de possibilitar ações mais precisas e menos dispendiosas em termos de recursos humanos, financeiros e de material.

Diante da ampla variedade de veículos que podem ser controlados remotamente, este trabalho enunciará considerações sobre a possibilidade de emprego dos Veículos de Superfície Remotamente Pilotados (VSRP), ou seja, embarcações, em proveito de ações e operações de interesse do Poder Naval brasileiro, em especial as de caráter defensivo e de resistência. Serão discutidas as principais vantagens e limitações desse emprego, considerando que essas plataformas apresentam um potencial significativo para a modernização das capacidades operacionais da Marinha do Brasil, e podem vir a representar uma Revolução nos Assuntos Militares (RAM).

Esta produção acadêmica, também identificará as principais vantagens e desafios inerentes ao desenvolvimento nacional desse tipo de equipamento, abordando aspectos como a viabilidade tecnológica, custos de implementação, manutenção e integração com sistemas existentes. A análise detalhada desses aspectos fornecerá uma compreensão abrangente do estado atual e das perspectivas futuras para o emprego de VSRP em proveito da defesa nacional.

Este estudo utilizou-se de uma pesquisa exploratória, de natureza qualitativa, que empregou métodos como a revisão da literatura encontrada sobre o tema em questão, um questionário aberto enviado a representantes do Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), cujas perguntas e suas respectivas respostas constam do Anexo B, e um conflito entre a teoria e a realidade, no qual as teorias, conceitos e premissas apresentadas por Clausewitz (1984)¹, em seu livro "Da Guerra", foram comparados à realidade das operações de combate realizadas pela Ucrânia contra a Marinha Russa. Também foram observados aspectos doutrinários previstos nas

¹ A versão de referência é uma tradução, a primeira publicação do livro "Vom Kriege" do autor Carl von Clausewitz foi em 1832 pela editora "Berling", em Berlim.

publicações EMA-301, que versa sobre Fundamentos Doutrinários da Marinha, e EMA-305, que aborda a Doutrina Militar Naval. As diretrizes estabelecidas na Estratégia Nacional de Defesa (END) e na Política Nacional de Defesa (PND) também serão consideradas, demonstrando que o emprego e desenvolvimento de VSRP no contexto naval brasileiro alinha-se às metas e objetivos da defesa nacional, especialmente no que diz respeito à inovação tecnológica e à modernização das Forças Armadas para enfrentar os desafios contemporâneos.

A teoria de Clausewitz (1984) sobre a espera do melhor momento de agir, e sua relevância estratégica em proveito de ações de resistência, será explorada para ilustrar como a eficácia e eficiência na gestão de recursos, em situações de combate real, pode vir a ser otimizada com o emprego dos VSRP em proveito de ações de interesse do Poder Naval. A fim de atingir tal objetivo, no Capítulo 3, será apresentado um breve estudo de caso, abordando o conflito entre a Teoria de Clausewitz (1984) e a realidade observada em combates navais entre a Ucrânia e a Rússia. O estudo de caso fornecerá observações valiosas sobre a aplicação prática das teorias de guerra de Clausewitz (1984) no contexto contemporâneo, e como os VSRP podem ser utilizados para maximizar os resultados operacionais (Clausewitz 1984).

A fim de aumentar a objetividade e aplicabilidade deste trabalho, em proveito da literatura e prática militar, no capítulo 4, serão compiladas as principais vantagens e limitações de emprego dos VSRP, e, no capítulo 5, as principais vantagens e desafios inerentes ao desenvolvimento desses veículos no país, considerando aspectos relevantes como a independência tecnológica, o fomento à Base Industrial de Defesa (BID), a Estratégia Nacional e a Política Nacional de Defesa.

Este estudo pretende fornecer subsídios importantes que podem ser úteis em futuras decisões políticas e estratégicas no âmbito do Poder Naval brasileiro. A expectativa é que as conclusões apresentadas possam contribuir com a capacidade de defesa do Brasil, promovendo a segurança e a soberania nacionais de maneira eficaz e sustentável. Além disso, pretende-se fomentar um debate mais amplo sobre o papel da tecnologia na transformação das estratégias militares e na preparação das Forças Armadas para os desafios do século XXI.

Por fim, ao explorar o potencial dos VSRP, espera-se abrir novas perspectivas para a inovação e a adoção de novas tecnologias nas Forças Armadas brasileiras. A incorporação dessas plataformas pode não apenas melhorar a eficácia operacional e a segurança, mas também gerar economia de custos a longo prazo, impactando em

aumento na eficiência de processos associados à execução de missões de interesse do Poder Naval. O desenvolvimento e a implementação de VSRP representa uma oportunidade para o Brasil posicionar-se na vanguarda da tecnologia militar, destacando-se no ambiente técnico-científico e fortalecendo sua postura de defesa em um cenário geopolítico cada vez mais complexo e desafiador.

2 ESPERA E AÇÃO: A DEFESA ESTRATÉGICA NO PODER NAVAL

"A essência da defesa reside em repelir um ataque. Isso, por sua vez, implica em esperar, o que é para nós a principal característica da defesa e também a sua maior vantagem" Clausewitz (1984). Em sua obra, "Da Guerra", o autor enuncia ensinamentos sobre os tipos de resistência e destaca a vantagem da espera.

É necessário ressaltar que, segundo o mesmo autor: "Como na guerra a defesa não pode consistir simplesmente numa resistência passiva, a espera também não será absoluta, mas apenas relativa" Clausewitz (1984), ou seja, a espera não é necessariamente passiva, e como se pretende demonstrar, pode compreender a execução de diversas ações, dentre elas, algumas Tarefas Básicas do Poder Naval (TBPN), dentro dos Campos de Atuação do Poder Naval (CAPN).

2.1 CAMPOS DE ATUAÇÃO DO PODER NAVAL

Os CAPN são definidos por atividades estratégicas que possibilitam o emprego da Força Naval de maneira ampla e eficaz, em alinhamento com os Objetivos Estratégicos (OBE) associados à Política Naval e previstos na Estratégia de Defesa Marítima (EDM).

A seguir serão enunciados os CAPN visando a identificação das grandes áreas temáticas de atuação do Poder Naval, categorizadas nos seus quatro campos principais: Defesa Naval, Segurança Marítima, Diplomacia Naval e Apoio às Ações do Estado (Brasil, 2023).

2.1.1 Defesa Naval

O campo da Defesa Naval é o mais coerente com a ideia geral de emprego das Forças Armadas. Nele, o objetivo principal é superar desafios estatais em tempos de

normalidade, crise ou conflito, garantindo a preservação da soberania nacional, de acordo com as atribuições previstas na Constituição Federal (Brasil, 2023).

A Defesa Naval demanda esforços significativos no preparo e manutenção de capacidades, que compreendem o emprego de meios e sistemas complexos, associados ao necessário suporte logístico, ao desenvolvimento de uma doutrina adequada e à qualificação de profissionais (Brasil, 2023). Embora os resultados dessas atividades sejam menos visíveis em tempos de paz, elas constituem a base da cultura organizacional da Marinha e a sua maior razão de existir, especialmente no que diz respeito à proteção contra ameaças externas, que podem ser pouco perceptíveis para a maioria da população de um país. Isso chama a atenção para a necessidade constante de conscientização e disseminação de informações sobre o tema para a população e seus representantes políticos (Brasil, 2023).

2.1.2 Segurança Marítima

O campo da Segurança Marítima, por sua vez, é mais “tangível” à população em geral, pois envolve um conjunto de atividades que garantem ao Estado brasileiro a utilização segura dos espaços marítimos e águas interiores para o exercício da soberania, exploração de recursos, transportes e comunicações. Falhas, acidentes e incidentes nesse campo rapidamente acarretam a necessidade de atuação do Estado para mitigar o impacto financeiro e social das eventuais anormalidades (Brasil, 2023).

O conceito compreende o uso limitado da força para vigilância, patrulhamento, salvamento e socorro marítimo, bem como a manutenção das vias navegáveis, fluviais e marítimas. Dividido em Proteção Marítima e Segurança da Navegação Aquaviária, contempla ações contra delitos transfronteiriços, ambientais e outras atividades ilícitas, além de garantir a segurança de infraestruturas críticas e linhas de comunicação marítima (Brasil, 2023).

2.1.3 Diplomacia Naval e Apoio às Ações do Estado

A Diplomacia Naval abrange atividades que apoiam a política externa do país, desde cooperações em tempos de paz até ações em conflitos armados, a fim de contribuir para o estabelecimento de parcerias estratégicas e fortalecimento da autoridade do Estado, visando a projeção do país no cenário internacional (Brasil,

2023). Trata-se, portanto, de um campo de atuação sensível à adoção de inovações tecnológicas.

O Apoio às Ações do Estado envolve atividades de cooperação com outros órgãos governamentais, contribuindo para o cumprimento das atribuições legais subsidiárias da Marinha, que podem compreender, por exemplo, a cooperação com a Defesa Civil e ações de Garantia da Lei e da Ordem, dentre outras (Brasil, 2023).

2.2 TAREFAS BÁSICAS DO PODER NAVAL

As TBPN são expressas como ações amplas que geram efeitos significativos, alcançados por meio das Capacidades Estratégicas da Força. Essas tarefas agrupam atividades interdependentes do Poder Naval, sendo possível estabelecer uma gradação de uso da força, o que auxilia na priorização do planejamento da Força, considerando a letalidade como um aspecto central (Brasil, 2023).

A doutrina em vigor, na MB, prevê, ao todo, seis TBPN, a saber: Negar o uso do mar, Projetar Poder, Controlar Áreas Marítimas e Águas Interiores, Realizar Proteção Marítima, Prover a Segurança da Navegação Aquaviária e Contribuir para a Segurança e Desenvolvimento Nacional, em cujo proveito será analisada, nos capítulos a seguir, a possibilidade de emprego do VSRP (Brasil, 2023).

A possibilidade de empregar embarcações remotamente pilotadas em benefício das tarefas do Poder Naval vem sendo avaliada por diversas marinhas, incluindo a Marinha dos EUA. Em 2013, o *National Defense Research Institute* (RAND) publicou um estudo específico, na forma de relatório, sobre o tema, determinando em que medida e de que forma os Veículos de Superfície Não Tripulados, incluindo embarcações remotamente pilotadas, podem contribuir para o cumprimento das missões da Marinha dos EUA. Nesse estudo, foram avaliadas 62 diferentes missões, agrupadas em dez categorias, e as embarcações foram divididas em diferentes Níveis de Maturidade Tecnológica (TRL - "*Technology Readiness Level*"). Para cada missão e função, foram desenvolvidos conceitos de emprego desses veículos, utilizando a expertise de especialistas para conceber maneiras pelas quais essas embarcações poderiam complementar ou substituir as plataformas existentes, ou até mesmo executar missões ou funções de maneiras totalmente novas.

O relatório da RAND constatou, em especial em sua Tabela 4.1, constante do

Anexo A, a existência de produtos disponíveis no mercado, altamente adequados para missões de coletas de dados de inteligência e ambiental, guerra de minas, operações de Busca e Salvamento (SAR), além de funções de teste e treinamento. Também foi constatada a existência de veículos disponíveis possivelmente adequados para ações de Guerra de Superfície, tendo sido constatados diversos projetos com nível de tecnologia emergente, com elevado índice de adequação ou possibilidade de adequação para emprego em operações navais (Savitz *et al.*, 2013).

3 O EMPREGO DO VSRP, A FIM DE NEGAR O USO DO MAR

De acordo com as diretrizes doutrinárias em vigor na MB, a negação do uso do mar pelo Poder Naval consiste em um conjunto de operações e ações que agregam capacidades voltadas a impedir que forças antagonistas utilizem uma região marítima prioritária (Brasil, 2023). De fato, essa é a TBPN que melhor permite exemplificar as possibilidades de emprego do VSRP na atualidade, em especial devido às fartas notícias internacionais referentes a Operações Navais que vêm sendo executadas pela Ucrânia contra a Marinha Russa, desde 2022, além das ações executadas pelo grupo militar e político Houthis, do Iêmen, em 2024, no Mar Vermelho.

O exemplo da marinha ucraniana, que tem demonstrado uma mudança radical em sua estratégia naval, ao utilizar embarcações remotamente pilotadas para atacar alvos russos, perto da Crimeia, permite observar que essas embarcações de superfície representam uma nova abordagem, em contraste com a frota tradicional de grandes navios, permitindo à Ucrânia desafiar a tradicional Frota do Mar Negro russa de forma eficaz e eficiente (Axe, 2022).

Durante os ataques, os drones ucranianos conseguiram causar danos significativos, incluindo a explosão de, pelo menos, um navio auxiliar e possivelmente danificando o atual Capitânia da frota, a fragata Makarov. Esses sucessos demonstram a eficácia da nova “marinha de drones” da Ucrânia, que, juntamente com baterias de mísseis em terra, representa uma força significativa contra a marinha russa e seus caros navios de guerra (Axe, 2022).

O naufrágio da Corveta Russa Ivanovets, da classe Tarantul, também parece ter chamado a atenção de militares da Marinha dos Estados Unidos da América, quanto à necessidade de reavaliar paradigmas e conceitos estratégicos. É interessante enunciar que o navio era dotado de uma ampla gama de sensores e

armamentos, que não se mostraram eficazes para conter o ataque das embarcações remotamente pilotadas ucranianas.

Em recente artigo publicado na revista *Proceedings*, Self (2024) observa que a análise do afundamento da corveta russa *Ivanovets* ressalta o impacto significativo que esses drones podem ter no campo de batalha moderno. A superior velocidade dos VSRP ucranianos, associada às condições ambientais de águas confinadas do Lago Donuzlav, na Crimeia, onde o incidente ocorreu (Wills, 2024), dificultaram a defesa do navio, demonstrando a necessidade da reavaliação de táticas aparentemente obsoletas de manobrabilidade e poder de fogo.

Além disso, o autor também enfatiza, em sua análise, que a Marinha dos Estados Unidos da América enfrenta desafios semelhantes, no que diz respeito ao equilíbrio entre a velocidade e o poder de fogo de suas embarcações, traçando um paralelo entre navios de combate litorâneos (LCS), levemente armados, que podem atingir velocidades superiores a 40 nós, e os contratorpedeiros da classe *Arleigh Burke*, equipados com o sistema de armas *Aegis*, capazes de engajar múltiplos alvos simultaneamente e à distância, mas que carecem de maior velocidade e manobrabilidade. Segundo o autor, contra VSRP de alta velocidade, tanto os LCS quanto os contratorpedeiros carecem das vantagens um do outro, e com o aumento do emprego dos VSRP, aquela Marinha necessitará reavaliar o equilíbrio entre a velocidade e o poder de fogo para garantir a melhor defesa possível para seus navios. A importância tática da velocidade dos navios assume, novamente, uma posição de destaque (Self, 2024).

As recentes vitórias contabilizadas pela marinha ucraniana, empregando VSRP para atacar a frota russa, ilustram a eficácia dessa abordagem moderna demonstrando que os VSRP são uma ferramenta que, se bem utilizada, pode ser capaz de desafiar forças navais respeitáveis, que empreguem meios e táticas tradicionais, evidenciando a necessidade de reavaliar estratégias e projetos de embarcações navais.

3.1 A TEORIA DA VANTAGEM DA ESPERA, DE CLAUSEWITZ, E A REALIDADE NO CONFLITO NAVAL ENTRE RÚSSIA E UCRÂNIA

Os exemplos de ataques ucranianos contra navios russos citados, em especial o ataque à Corveta *Ivanovets*, permitem avaliar, em uma realidade contemporânea,

diversos aspectos enunciados na obra "Da Guerra", correlatos aos Tipos de Resistência, com destaque especial para as vantagens da espera do momento ideal para agir (Clausewitz, 1984).

Em sua obra, Clausewitz (1984) argumenta que a defesa de um país, uma zona de interesse ou posição, envolve esperar pelo ataque, e que ações ativas do defensor após o ataque não invalidam o conceito de defesa, pois a característica predominante é a espera.

A espera é considerada, pelo autor, uma parte essencial da defesa, juntamente com o combate subsequente ao ataque. O autor distingue essas duas partes da defesa: a espera e a resposta combativa, que pode incluir uma ofensiva estratégica. Para Clausewitz (1984), a espera não apenas prepara o defensor para o combate, mas também oferece a vantagem de determinar o momento e o local da resposta, maximizando assim a eficácia da defesa (Clausewitz, 1984).

Analogamente, o afundamento da corveta russa Ivanovets pelos VSRP ucranianos exemplifica essa teoria na prática moderna. Os operadores de VSRP esperaram o momento oportuno para atacar, utilizando sua vantagem de manobrabilidade e velocidade para alcançar o sucesso. Tal evento ressalta a importância da espera na defesa, a estratégia de aguardar o momento certo para atacar mostrou-se eficaz, permitindo que embarcações construídas a partir de jet skis afundassem um navio de escolta, dotado de diversos sensores e armamentos. Os VSRP ucranianos conseguiram se aproximar da Ivanovets, e causar danos significativos, demonstrando que a paciência e a preparação meticulosa, observadas na escolha do local e horário do ataque podem superar as defesas tradicionais mais robustas (Self, 2024).

A análise do ataque à Ivanovets também destaca como a espera permite ao defensor adaptar suas táticas às condições do campo de batalha. No caso do ataque ucraniano, os VSRP usaram a técnica de "perseguição de salpicos", uma manobra evasiva que confunde o fogo inimigo. Essa técnica, que data da introdução dos sistemas de controle de fogo analógicos, envolve mover-se em direção aos salpicos causados pelos tiros errados do inimigo, forçando-o a ajustar, continuamente, a pontaria do armamento. Assim, a habilidade dos operadores de VSRP ucranianos, de adaptar-se e responder rapidamente às condições do combate, ilustra a vantagem estratégica de esperar e escolher o momento certo para agir (Self, 2024).

Por fim, observa-se que a espera também permite a coleta de informações

valiosas, além de uma análise mais aprimorada das capacidades e vulnerabilidades do inimigo. No caso da Ivanovets, ilustrada “na mira” de um VSRP ucraniano na Figura 1, observa-se que os operadores aproveitaram o conhecimento sobre as limitações de emprego do navio russo em um ambiente confinado. A espera permitiu que os defensores ucranianos planejassem e executassem um ataque preciso e devastador, demonstrando que, mesmo em um confronto com forças superiores, a paciência, a preparação e o emprego eficiente dos meios disponíveis podem transformar a defesa em uma forma vigorosa e eficaz de guerra.

Figura1: Corveta russa Ivanovets “na mira” de um VSRP ucraniano



Fonte: CNN (2024). Acesso em: 30 de julho de 2024.

Os operadores ucranianos exploraram a falta de manobrabilidade e as limitações do espaço no lago Donuzlav, aproveitando a vulnerabilidade da Corveta Ivanovets em um ambiente confinado. Essas ações refletem os ensinamentos de Clausewitz (1984), que enfatizam a vantagem de aguardar o ataque inimigo para responder de forma mais contundente e eficaz. Assim, observa-se que os ensinamentos de Clausewitz (1984) sobre a importância da espera na defesa permanecem aplicáveis ao modernos conflitos navais, em que a espera estratégica, aqui definida como uma abordagem tática em que a inatividade aparente não se traduz em resistência passiva, mas sim em uma preparação cuidadosa e deliberada para ações futuras, continua sendo uma ferramenta essencial para o sucesso no campo de

batalha, transformando uma postura defensiva em uma vantagem ofensiva decisiva (Clausewitz, 2002; Self, 2024).

3.2 O EMPREGO DO VSRP EM OUTRAS TAREFAS DO PODER NAVAL

A crescente utilização dos VSRP no cenário naval reflete a constante evolução tecnológica e a adaptação das forças armadas a novos desafios operacionais.

Nos subitens a seguir serão comentadas as possibilidades de emprego dos VSRP nas demais TBPN, explorando a versatilidade de emprego dessas embarcações em proveito do aumento da eficiência da Marinha no cumprimento dessas tarefas.

3.2.1 Projetar Poder

A projeção de poder é uma tarefa que abrange a capacidade de projetar as expressões do Poder Nacional em territórios estrangeiros ou áreas de interesse sob influência estrangeira. Conforme observado pelo Comitê sobre Veículos Autônomos em Apoio às Operações Navais dos EUA, os VSRP podem ser empregados para a detecção precoce de submarinos a diesel e minas, facilitando a vigilância e o reconhecimento de zonas de arrebentação, vias navegáveis e portos antes de operações ofensivas (Cicerone *et al.*, 2005). Os VSRP, utilizando sua versatilidade e capacidade de operar em diferentes ambientes, podem realizar Operações de Esclarecimento em áreas de difícil acesso, visando a obtenção de informações essenciais para o planejamento e emprego de forças, contemplando suas quatro modalidades, a saber: a busca, que investiga áreas para localizar ou confirmar a ausência de objetos ou alvos de interesse; a patrulha, que impede o tráfego não autorizado; o acompanhamento, que monitora continuamente alvos ou forças detectadas; e o reconhecimento, que coleta informações sobre o inimigo e dados da área de operações (Brasil, 2020).

Outra importante colaboração reside na coleta de dados em Operações de Inteligência, até mesmo subaquáticos. Além disso, a capacidade de realizar ataques precisos, em especial a alvos de elevado valor estratégico, tais como instalações portuárias, plataformas de petróleo e cabos de comunicação submarina pode contribuir para o "*Hard Power*" necessário em uma situação de conflito.

3.2.2 Controlar Áreas Marítimas e Interiores e Realizar Proteção Marítima

Para controlar áreas marítimas e águas interiores, a Marinha precisa assegurar o uso dessas vias de acordo com os interesses nacionais. Os VSRP poderiam, por exemplo, contribuir com o monitoramento contínuo e coleta de dados em tempo real sobre o tráfego de embarcações em áreas de interesse.

Dependendo dos sensores a serem empregados, os VSRP poderiam, por exemplo, obter imagens em tempo real de um alvo ou região de interesse, coletar sinais de comunicações ou mesmo sinais de acústica submarina, contribuindo com a detecção e neutralização de submarinos em águas rasas, em proveito da garantia da soberania e da segurança das vias navegáveis (Cicerone *et al.*, 2005).

Outra possibilidade de emprego consiste na varredura de minas, uma ameaça significativa em operações litorâneas. Nas ações de varredura e contramedidas, o emprego do VSRP pode se mostrar mais aceitável do que o de navios tripulados, considerando os riscos envolvidos (Cicerone *et al.*, 2005), sendo interessante comentar que o CASNAV já realizou exercícios desse tipo de ações com seu Veículo de Superfície Não Tripulado (VSNT), uma embarcação remotamente pilotada, atualmente sediada na Escola Naval, como consta do Anexo B.

Considerando que a proteção marítima envolve a fiscalização e o cumprimento de leis e regulamentos nas Áreas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), nesta tarefa, as mesmas características desses veículos mostram-se ferramentas valiosas para detectar e neutralizar atividades ilícitas, como pesca ilegal, contrabando e poluição ambiental. A utilização de sensores como câmeras de alta resolução pode contribuir para o monitoramento de grandes áreas marítimas, a versatilidade de emprego dos VSRP pode permitir seu emprego em inspeções de plataformas de petróleo e gás, bem como outras infraestruturas críticas, o que, associado à capacidade de resposta rápida e à baixa assinatura visual e radar, pode contribuir para o aumento da eficácia nessas ações.

3.2.3 Prover a Segurança da Navegação Aquaviária

Para prover a segurança da navegação aquaviária, é necessário monitorar e controlar a região de tráfego de embarcações de interesse, além de realizar atividades técnico-administrativas. Nesse contexto, os VSRP podem ser usados, por exemplo,

para inspecionar a integridade de canais de navegação e detectar obstruções ou perigos à navegação, além de permitir o monitoramento da sinalização náutica, garantindo assim a segurança das embarcações que transitam por essas áreas.

A coleta e disseminação de dados ambientais é uma missão específica que também lhes poderia ser atribuída, e que se destaca em várias aplicações previamente discutidas, sendo o conhecimento e disseminação de informações meteorológicas essencial para a segurança da navegação, e também para a eficácia de outras TBPN (Cicerone *et al.*, 2005).

3.2.4 Contribuir para a Segurança e Desenvolvimento Nacional

Os VSRP também têm um papel significativo na contribuição para a segurança e desenvolvimento nacional, em especial para o fomento da BID. Essas plataformas podem ser avaliadas, por exemplo, para o emprego em operações de apoio à defesa civil, como missões de busca e salvamento e resposta a desastres naturais. Além disso, VSRP podem ser empregados em operações de pesquisa e coleta de dados oceanográficos, fornecendo dados valiosos para o avanço científico e tecnológico. Nesse contexto, pode ser interessante avaliar a adequabilidade de emprego desse tipo de veículos em operações de pesquisa na Antártica, por exemplo.

A capacidade de realizar missões humanitárias e de socorro com rapidez e precisão também faz dos VSRP ferramentas úteis para o fortalecimento da coesão nacional e a segurança interna.

4 AS PRINCIPAIS VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO EMPREGO DOS VSRP

Os VSRP apresentam uma série de vantagens e limitações que impactam, diretamente, a utilização desses meios em proveito das operações navais.

A análise detalhada desses aspectos é essencial para compreender o potencial e os desafios do uso desses veículos em cenários militares contemporâneos.

4.1 VANTAGENS DOS VSRP

Os VSRP representam uma inovação significativa no campo das operações navais, oferecendo uma série de vantagens estratégicas e táticas para as Marinhas

modernas, como exemplificado e enunciado no Capítulo 3.

A utilização desses veículos armados no conflito na Ucrânia destaca uma possível Revolução nos Assuntos Militares na guerra marítima, assim entendida como uma mudança radical de conceitos, pensamentos ou doutrinas (Teixeira 2009), demonstrando o impacto tangível da integração dos VSRP nas operações navais, e antecipando uma potencial mudança de paradigma em conflitos futuros (Galdorisi, 2024). Neste tópico, exploraremos as principais vantagens dessas embarcações, destacando como sua utilização pode transformar e aprimorar as capacidades navais em diversas áreas de atuação.

4.1.1 Redução de Riscos Humanos

Uma das principais vantagens do emprego dos VSRP é a redução de perdas humanas em operações de alto risco. Missões como varredura de minas, reconhecimento em áreas hostis e operações de combate em águas controladas pelo inimigo *Anti-Access/Area Denial* (A2/AD), são exemplos em que a ausência de tripulação minimiza a possibilidade de baixas e permite maior flexibilidade operacional.

No caso do emprego de VSRP em operações de minagem e varredura de campos minados, é interessante ressaltar outras marinhas já utilizam Veículos Remotamente Pilotados para ações desse tipo (Savitz *et al.*, 2013). A varredura mecânica e a coleta de minas necessitam, em geral, de embarcações dotadas de capacidades simples de reboque. Empregar VSRP para essas missões reduziria os riscos humanos e de material associados (Savitz *et al.*, 2013)

Os VSRP também são especialmente úteis para enfrentar desafios em ambientes de A2/AD, em que a presença de sistemas tripulados pode ser excessivamente arriscada, e mais indiscreta. Os VSRP podem assumir riscos que seriam inaceitáveis para sistemas tripulados, ajudando a superar os esforços do adversário para negar o acesso à área de interesse. Nesse contexto, missões de dissimulação ou “distração”, operações de informação e guerra eletrônica, por exemplo, poderiam ser realizadas com menor risco humano e de material, além de ser esperado um custo associado potencialmente mais baixo.

Em todos os exemplos de missões citadas, a ausência de tripulantes, associada ao menor custo de aquisição e operação dos VSRP, pode torná-los mais “descartáveis”, permitindo a adoção de novas táticas, mais audaciosas, levando à

criação de novos conceitos de emprego e doutrinas (Savitz *et al.*, 2013)

4.1.2 Flexibilidade e Versatilidade Operacional

A possibilidade de configurar e empregar um mesmo modelo de VSRP em uma ampla variedade de missões, desde inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR), até guerra antissubmarina, contramedidas de minas ou ações de guerra de superfície, é um dos tópicos de destaque do relatório elaborado pela RAND, em que é enunciada a capacidade de desenvolvimento destes veículos empregando-se conceitos de padronização, ou seja, a adoção de um veículo padrão, projetado para receber módulos específicos para cada tipo de missão, o que aumenta a flexibilidade de emprego (Savitz *et al.*, 2013). Adota-se aqui, como conceito de flexibilidade, o mesmo fornecido pelo EMA 400, que a define como: “a possibilidade de adoção de soluções alternativas ante a mudanças de circunstâncias” (Brasil, 2003, p. 2-5), permitindo que as Marinhas ajustem rapidamente suas capacidades operacionais, conforme a missão e o ambiente de operação, aumentando significativamente a eficácia, em função da versatilidade operacional.

Conforme publicado em recente artigo na revista digital Hydro International, os VSRP emergem como elementos fundamentais não apenas pela sua capacidade de mitigar riscos humanos em regiões perigosas, mas também por sua inerente flexibilidade e versatilidade operacional, características que contribuem para a execução de diversas missões nos cenários das operações navais modernas, abrangendo desde a vigilância até o engajamento em missões em ambientes marítimos desafiadores (Galdorisi, 2024).

4.1.3 Custos Operacionais Reduzidos

Comparados com navios tripulados, os VSRP tendem a ter custos operacionais mais baixos, tanto em termos de manutenção quanto de operação. A ausência de necessidade de acomodações, municiamento de gêneros alimentícios e de água, além de remédios e demais itens de suporte à tripulação reduz os custos logísticos, e as dimensões da embarcação, permitindo uma gestão mais eficiente de recursos navais.

Outro aspecto interessante destacado pela RAND reside na capacidade dos

VSRP de operar em ambientes permissivos e não permissivos, ou seja, hostis, permitindo a redução de custos, requisitos materiais e riscos associados ao emprego de meios tripulados (Savitz *et al.*, 2013). Além disso, a já comentada possibilidade de desenvolvimento desses veículos, empregando-se conceitos de padronização, associados à capacidade de emprego de módulos específicos para cada tipo de missão, poderia reduzir custos e promover economia de escala no treinamento e na manutenção (Savitz *et al.*, 2013).

Figura 2: A imagem de um dos VSRP operados pela Ucrânia, ilustrando suas reduzidas dimensões.



Fonte: AXE (2022). Acesso em: 16 de maio de 2024.

4.1.4 Discrição e Redução da Assinatura

As reduzidas dimensões dos VSRP, em comparação com embarcações tripuladas, associadas às possibilidades inerentes à arquitetura naval, permitem o desenvolvimento de embarcações com uma reduzida assinatura visual, radar e térmica. Além disso, dependendo do tipo de propulsão a ser empregada, pode ser obtida também uma reduzida assinatura acústica, minimizando as probabilidades de detecção, acompanhamento e identificação desse tipo de embarcações pelo inimigo.

A capacidade de operar discretamente pode ser um grande diferencial em missões em que a surpresa e o sigilo são fundamentais para o sucesso. A partir da Figura 2, por exemplo, podemos observar as reduzidas dimensões e inferir a baixa assinatura radar dos VSRP operados pela Ucrânia, fornecendo uma perspectiva das dificuldades de detecção e acompanhamento desse tipo de alvo, e sua vocação

natural para o emprego em missões que demandem o uso de meios discretos. Um aspecto interessante, que pode ser obtido do relatório da RAND, reside na possibilidade de emprego de veículos projetados como semi-submersíveis, aumentando ainda mais a furtividade e eficácia em missões sigilosas (Savitz *et al.*, 2013).

4.1.5 Implementação de Tecnologias Avançadas

A integração de tecnologias avançadas, como inteligência artificial e aprendizado de máquina, também merecem ser mencionadas pela capacidade de contribuir para que os VSRP operem com relativo grau de autonomia, aumentando a eficácia de emprego. A título de exemplificação, um sistema de inteligência artificial poderia perceber os “salpicos” da munição inimiga na água, e automaticamente fazer ajustes pequenos de rumo, a fim de reduzir a probabilidade de acerto do fogo inimigo.

Outra possibilidade de emprego seria na sugestão de classificação de contatos e detecção de novidades, no caso específico da guerra antissubmarino, supondo o emprego de um VSRP dotado de sonar rebocado. De maneira análoga, a capacidade de inteligência artificial poderia ser utilizada para classificar e reconhecer alvos de superfície de interesse, a partir das imagens geradas pelas câmeras instaladas no VSRP.

Por fim, diante do bloqueio ou perda de sinal, se o VSRP for dotado de uma capacidade confiável de identificação e classificação de alvos, poderia ser projetado para prosseguir com a missão, mesmo diante da perda de contato com o operador. Essas tecnologias podem melhorar a capacidade de detecção, resposta e “sobrevivência” às mudanças no ambiente operacional, aumentando a eficácia das missões.

4.2 LIMITAÇÕES DOS VSRP

Os VSRP também enfrentam desafios, em geral associados às suas reduzidas dimensões e à dependência de um confiável sistema de comunicações.

Neste tópico serão abordadas as limitações dos VSRP e como elas impactam sua disponibilidade em proveito das operações e missões de interesse, especialmente em termos de coleta de dados, tempo de funcionamento, interconectividade entre

diferentes tipos de VSRP e confiabilidade de emprego, de um modo geral.

4.2.1 Miniaturização de Sensores

Uma relação de compromisso interessante reside na necessidade de uma maior aproximação aos alvos e regiões de interesse, diante das reduções das dimensões dos VSRP e seus sensores. A miniaturização de sensores, em especial os de imagem e acústicos, devido às limitações impostas pelas leis da física, consiste em um desafio significativo para o emprego dos VSRP. Esses sensores, fundamentais para missões de inteligência, vigilância, reconhecimento e acompanhamento do alvo, não podem ser facilmente reduzidos em tamanho, sem comprometer a qualidade dos dados coletados, faixa de frequências, por exemplo.

Se mostra necessário ressaltar que as reduzidas dimensões dos sensores embarcados nos VSRP podem acarretar uma maior necessidade de aproximação dos alvos e regiões de interesse para coletar os dados necessários à execução da missão, enquanto é de se esperar que embarcações maiores possam operar a distâncias maiores, empregando sensores de maior potência, sensibilidade ou que operem em uma maior faixa de frequências (Cicerone *et al.*, 2005).

4.2.2 Capacidade de Resistência e Autonomia

A resistência e autonomia dos VSRP podem ser fatores limitantes para o emprego em determinadas missões. Em termos de resistência, fatores climáticos e as condições do mar podem restringir o uso dessas embarcações devido ao risco de avarias. Quanto à autonomia, veículos menores, com menor capacidade de carga de combustível, tendem a ter alcance e tempos de operação mais curtos do que veículos maiores, especialmente em comparação com embarcações tripuladas. Aspectos importantes residem na relação de compromisso entre autonomia, capacidade de carga útil e discricção, associada às dimensões do VSRP, e certamente carecem de um estudo técnico próprio, que extrapola o nível e o escopo deste trabalho.

A permanência, definida como a "capacidade de operar, continuamente, com independência e por longos períodos, em áreas distantes e de grandes dimensões. Meios de apoio logístico móvel aumentam essa permanência" (Brasil, 2023, p. 2-11), sendo a característica essencial do Poder Naval em que os VSRP podem enfrentar

suas maiores limitações. Embora a definição inclua o uso de meios de apoio logístico móvel para aumentar a permanência, a independência operacional pode nunca ser plenamente alcançada, considerando que este trabalho trata de veículos remotamente pilotados, e não de veículos autônomos.

Essas restrições, derivadas de princípios físicos fundamentais, não são facilmente superadas, mesmo com o emprego de tecnologias avançadas. A possibilidade de reabastecimento em alto mar ou por meio de uma estação própria, por exemplo, surge como uma solução potencial para o problema da autonomia, mas traz desafios e limitações operacionais próprias (Cicerone *et al.*, 2005), tais como as restrições impostas pelas condições do mar e climáticas.

4.2.3 Resiliência, Desafios na Comunicação e Contramedidas

A comunicação é um aspecto crítico em que os VSRP podem enfrentar dificuldades, limitando seu emprego. Essas limitações podem ocorrer devido a questões físicas e de projeto, como as dimensões e altura das antenas, além do risco de falha nas comunicações causado pelo estado do mar, ou por ações do inimigo. Neste último caso, os VSRP podem ser vulneráveis, por exemplo, a ações de guerra eletrônica, como interferência, bloqueio de sinais, *hacking* e outras formas de guerra cibernética, que podem comprometer suas operações. Na Figura 3, por exemplo, podemos observar um sistema desenvolvido e comercializado oferecido como uma solução para monitoramento e neutralização de drones em tempo real.

Outro desafio reside na ausência de sinais na região de operação, especialmente aqueles controlados por empresas privadas ou por outras nações. Observa-se, portanto, a existência de riscos associados à necessidade de robustez na segurança cibernética e de comunicações.

Algumas outras contramedidas, que carecem de um Estudo Técnico específico, e que podem, inclusive, vir a ser empregadas em proveito da MB, consistem na reavaliação de projetos de arquitetura naval, visando maximizar a capacidade de defesa dos meios navais contra esse tipo de ameaça. Nesse aspecto, cabe comentar, por exemplo, a necessidade de avaliação da real eficácia da utilização de canhões controlados por sensores optrônicos contra os VSRP, considerando que suas reduzidas dimensões, associadas ao estado do mar, podem acarretar a perda da capacidade de acompanhamento do alvo, quando ele está no “cavado” das ondas.

Uma revisão da quantidade de dotação de metralhadoras cal .50”, e das posições ideais para instalação do armamento, também pode ser interessante.

Figura 3: Ilustrando o sistema DroneSentry-X Mk2, desenvolvido pela empresa DroneShield



Fonte: DroneShield. Disponível em <https://www.droneshield.com/c-uas-products/dronesentry-x-mk2>. Acesso em: 26 de maio de 2024.

Outra contramedida que poderia ser avaliada consiste na eficácia do lançamento de cortinas de fumaça por navios de escolta e aeronaves, a fim de reduzir a capacidade dos VSRP de realizar reconhecimento, identificação e classificação dos alvos de interesse por meio de sensores ópticos e oprônicos. Outro exemplo de contramedida seria a eventual avaliação de emprego de novos materiais de blindagem nos navios do corpo principal, a fim de mitigar os efeitos de um eventual ataque a esses navios. Por fim, também pode ser interessante, para a MB, a elaboração de estudos sobre o emprego de sonares rebocados em seus navios de escolta e hidrofones de fundo na defesa portuária, a fim de aumentar a probabilidade de sucesso na detecção antecipada dessas ameaças. Mais especificamente no que se refere à defesa portuária, o emprego de redes de arrasto, obstáculos físicos e minas contra essas ameaças também merecem ser objeto de estudo. Todos esses desafios e contramedidas também podem estar sendo avaliados por outras marinhas, portanto, exigirão abordagens inovadoras e adaptativas, para assegurar a resiliência e eficácia dos VSRP em operações navais.

4.2.4 Dependência de Infraestruturas de Apoio

A operação eficaz de VSRP pode demandar uma infraestrutura de apoio

significativa, incluindo centros de controle de missão, sistemas de comunicação avançados e logística especializada para lançamento, recuperação e manutenção.

A dependência pode limitar a flexibilidade operacional e aumentar os custos associados ao uso desses veículos em teatros de operações remotos ou em áreas vulneráveis ao inimigo.

4.2.5 Riscos jurídicos

O emprego dos VSRP compreende alguns riscos jurídicos, diante do Direito Internacional Humanitário (DIH), que merecem considerações, a fim de evitar o descumprimento de normas fundamentais, tais como as estabelecidas nos Artigos 35, 48, 51 e 57 do Protocolo I da Convenção de Genebra de 1977, cabendo ressaltar que este trabalho não é suficiente para esgotar este assunto.

O Art. 35, por exemplo, proíbe a utilização de métodos ou meios de guerra que causem danos supérfluos ou extensos, duráveis e graves ao meio ambiente (Suíça, 1977), o que pode vir a ocorrer, caso o VSRP não possua um sistema de sensores que permitam distinguir os alvos de maneira eficaz, ou ocorra alguma falha de comunicação e controle, que ocasione o conseqüente atingimento, por exemplo, de um navio petroleiro ou cargueiro.

É necessário ressaltar que o Art. 48 do referido Protocolo exige que as partes em conflito façam distinção entre a população civil e os combatentes, e entre os bens civis e os objetivos militares, direcionando suas operações exclusivamente contra alvos militares (Suíça, 1977). Além disso, o Artigo 51 da mesma norma proíbe, expressamente, ataques indiscriminados que empreguem métodos ou meios que não podem ser dirigidos contra um objetivo militar específico, ou cujos efeitos não podem ser limitados, bem como aqueles que podem ocasionar mortos, feridos ou danos a bens de caráter civil desproporcionais em relação à vantagem militar que se deseja alcançar (Suíça, 1977). Por fim, o Artigo 57 enfatiza a necessidade de precauções no ataque, incluindo a escolha de métodos que minimizem perdas civis, tais como a possibilidade de interrupção do ataque, e a emissão de avisos à população civil (Suíça, 1977).

Portanto, observa-se que o planejamento de operações com emprego de drones, aí incluídos os VSRP, requer uma análise das características técnicas de projeto desses veículos, associada às especificidades do teatro de operações e da

missão a ser executada, visando a seleção do modelo ideal a ser empregado, a fim de assegurar que os princípios do DIH sejam respeitados, para manter a legitimidade da causa atrelada ao conflito.

5 POSSIBILIDADES DE DESENVOLVIMENTO NACIONAL DE VSRP

Conforme previsto na Política Nacional de Defesa (PND), o setor de Defesa deve promover a autonomia produtiva e tecnológica na área de defesa, estimulando a pesquisa e buscando o desenvolvimento de tecnologias autóctones, sobretudo no que se refere a tecnologias críticas (Brasil, 2016). Nesse contexto, a fabricação de VSRP no país encontra-se alinhada aos objetivos da PND.

A produção de VSRP pode ser uma poderosa alavanca para a defesa e o desenvolvimento tecnológico nacionais. A interdependência entre defesa e desenvolvimento torna-se notável, uma vez que investimentos em tecnologia de defesa não apenas fortalecem a segurança nacional, mas também impulsionam a economia, estimulam a inovação e promovem a expansão e modernização da indústria nacional.

Figura 4: Ilustrando o VSNT desenvolvido pelo CASNAV, atracado na Escola Naval.



Fonte: O Autor.

Na Figura 4, obtida durante uma visita à Escola Naval (EN) para conhecer o VSNT desenvolvido pelo CASNAV, podemos observar alguns dos sensores empregados (câmeras, antena GPS e Radar, bem como o suporte de bombordo, por

meio do qual é arriado o Ecobatímetro multifeixe, dedicado à detecção de minas).

Como abordado previamente no Capítulo 4, a necessidade de miniaturização de sensores, resiliência em comunicações, e a capacidade de operar em ambientes de guerra eletrônica são áreas críticas que, quando desenvolvidas internamente, podem contribuir significativamente para a soberania e independência tecnológicas do País. Nesse contexto, fomentar a produção de VSRP no Brasil não só pode contribuir para a defesa do país, mas também para o crescimento econômico e tecnológico, estimulando o desenvolvimento das indústrias nacionais e garantindo que o Brasil esteja preparado para futuros desafios militares (Brasil, 2016), podendo contribuir também para inovações tecnológicas com aplicação em interesses que extrapolam o uso militar.

A seguir, são enunciados aspectos positivos relacionados ao desenvolvimento nacional de VSRPs:

5.1 AUTONOMIA TECNOLÓGICA E LOGÍSTICA

"Assim, se um Comandante pensar na estratégia, tática ou logística como elementos isolados, terá perdido sua perspectiva" (Brasil, 2003, p.1-5). A capacidade de mobilização nacional, essencial em um período de crise, é diretamente relacionada ao grau de independência tecnológica e logística do país.

Essa relação de interdependência, que se manifesta por meio de uma dependência recíproca entre o planejamento logístico e o planejamento operacional, nos níveis estratégico e tático (Brasil, 2003), permite inferir um ciclo virtuoso em que o desenvolvimento de VSRP no Brasil pode, por exemplo, fortalecer a autonomia tecnológica do país, e melhorar a eficiência das operações militares, estimulando avanços tecnológicos em proveito de operações logísticas em atendimento ao preparo da mobilização nacional, aumentando a eficácia tática do emprego militar, promovendo a autonomia nacional em tecnologias críticas, permitindo uma resposta mais eficiente (Brasil, 2016), e contribuindo para uma maior independência nos posicionamentos do País relacionados à política internacional.

Conforme mencionado no EMA 400, Manual de Logística da Marinha, a logística militar é responsável por prever e prover os recursos necessários para as Forças Armadas, o que inclui a obtenção e distribuição de bens, bem como o desenvolvimento e fabricação de novos produtos (Brasil, 2003). A função logística de

transportes, por exemplo, abrange o deslocamento de recursos humanos e materiais por diversos meios, garantindo a eficiência do esforço logístico (Brasil, 2003). Esse processo envolve a seleção das modalidades de transporte, o gerenciamento eficiente dos meios disponíveis e a coordenação do movimento de material ou pessoal, otimizando as operações logísticas de acordo com as necessidades militares específicas. Nesse contexto, o uso de veículos remotamente pilotados poderia contribuir em, ao menos, dois aspectos. Primeiramente, na capacidade de emprego desses veículos como meios de transporte propriamente dito, além disso, como já comentado, quando os VSRP forem o material a ser transportado, suas reduzidas dimensões associadas às suas características de construção poderiam otimizar a eficiência dessa função logística.

Não se pode deixar de comentar sobre a estreita ligação entre a função logística de transportes e a função logística de suprimento, sendo esta última vital para a provisão do material necessário às operações militares, a fim de garantir o fluxo adequado de material desde as fontes de obtenção até os “consumidores finais”, o que demanda atividades técnicas, como pesquisa e desenvolvimento de materiais, bem como atividades gerenciais, como a previsão e provisão de materiais essenciais para o funcionamento contínuo das forças armadas. A estreita ligação entre logística de produção e consumo com a economia nacional ressaltam a importância de um planejamento logístico robusto, capaz de sustentar operações de maneira eficiente e eficaz. Nesse contexto, as reduzidas dimensões desses veículos podem contribuir para a logística de produção, e também para a de consumo, o que pode vir a ser um grande diferencial em uma situação de conflito que demande mobilização nacional, uma vez que as capacidades de que dispõe o país, incluindo infraestrutura e capital humano, podem ser direcionadas para suportar a rápida produção e implementação de VSRP, que podem ser transportados para regiões de interesse de formas diversas.

A independência e eficiência logística, características vitais em todas as fases de um conflito, e que orientam grande parte da estratégia a ser seguida, poderiam ser fortemente beneficiadas pelo emprego dessas embarcações, uma vez que a logística limita a atuação da estratégia e da tática em função da disponibilidade de recursos existentes em prol dos interesses das Forças Armadas (Brasil, 2003).

5.2 APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO

O Apoio Logístico Integrado (ALI), assim definido como uma composição de todos os elementos necessários para assegurar o apoio eficaz e econômico de um meio, sistema ou equipamento durante sua vida operativa (Brasil, 2013), também pode ser bastante facilitado quando se compara o emprego de um VSRP com uso de veículos tripulados.

De forma resumida, pode-se afirmar que o ALI possui três atributos principais: oportunidade, amplitude e integração (Brasil, 2003). Entende-se o atributo da oportunidade como a necessidade de considerar o apoio logístico desde a fase inicial de concepção do processo de obtenção ou modernização, devido aos altos custos envolvidos e à importância de uma análise custo/benefício eficiente.

As possibilidades de alterações no desenvolvimento dos VSRP, em especial considerando as possibilidades de emprego de construções modulares, permitem influenciar o projeto de engenharia desses veículos desde o início, considerando aspectos logísticos, contribuindo com a quantificação e qualificação de recursos necessários ao ALI, em consonância com o princípio da oportunidade, permitindo estruturar um sistema de apoio para disponibilidade imediata de recursos desde o início da operação, empregando metodologias de monitoração e controle de desempenho contínuos, comparando custos de manutenção previstos e reais e ajustando o planejamento de desenvolvimento e operações conforme necessário (Brasil, 2013), a fim de maximizar a eficiência de emprego dos recursos disponíveis.

O princípio da amplitude abrange o planejamento logístico, desde a seleção inicial até a desativação do serviço ativo, destacando a necessidade de compreender todas as implicações logísticas para maximizar a disponibilidade e o uso eficiente dos recursos ao longo do ciclo de vida do equipamento. Na Análise do Custo de Ciclo de Vida (LCC), por exemplo, que tem por objetivo estimar os custos totais de obtenção, apoio, operação e alienação de um sistema (Brasil, 2013), é de se esperar que um VSRP apresente um total de custos associados inferior aos dos veículos tripulados, quando se compara o emprego desses dois tipos de veículos para a execução de um mesmo “envelope” de missões.

A integração, por fim, enfatiza a importância de todos os elementos do apoio logístico atuarem de forma coordenada para evitar desperdícios e garantir alta disponibilidade dos equipamentos. Assim, o ALI relaciona-se ao planejamento

adequado, otimização e integração dos recursos logísticos por meio de de ações sistemáticas e gerência eficiente durante a vida útil do equipamento (Brasil, 2003), o que se torna mais fácil de implementar e monitorar, quando se trata de veículos de menores dimensões, de projeto simplificado de construção, que possam ser fabricados no país, em diversas regiões e que possam ser facilmente transportados.

5.3 DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL E ECONÔMICO

A orientação da PND de que o setor de defesa deve estimular o desenvolvimento das indústrias nacionais, para fortalecer o poder nacional, no contexto da fabricação de VSRP não só contribui para a defesa do país, mas também promove o crescimento econômico e tecnológico, estimulando a indústria local para produzir componentes de alta tecnologia, como sensores avançados, sistemas de navegação e controle, e software de inteligência artificial, fortalecendo a base industrial do Brasil (Brasil, 2016).

O desenvolvimento industrial cria empregos qualificados e fomenta um ambiente de inovação e pesquisa contínua, que podem vir a contribuir também para a balança comercial do País, considerando a possibilidade de exportações de itens de alto valor tecnológico agregado.

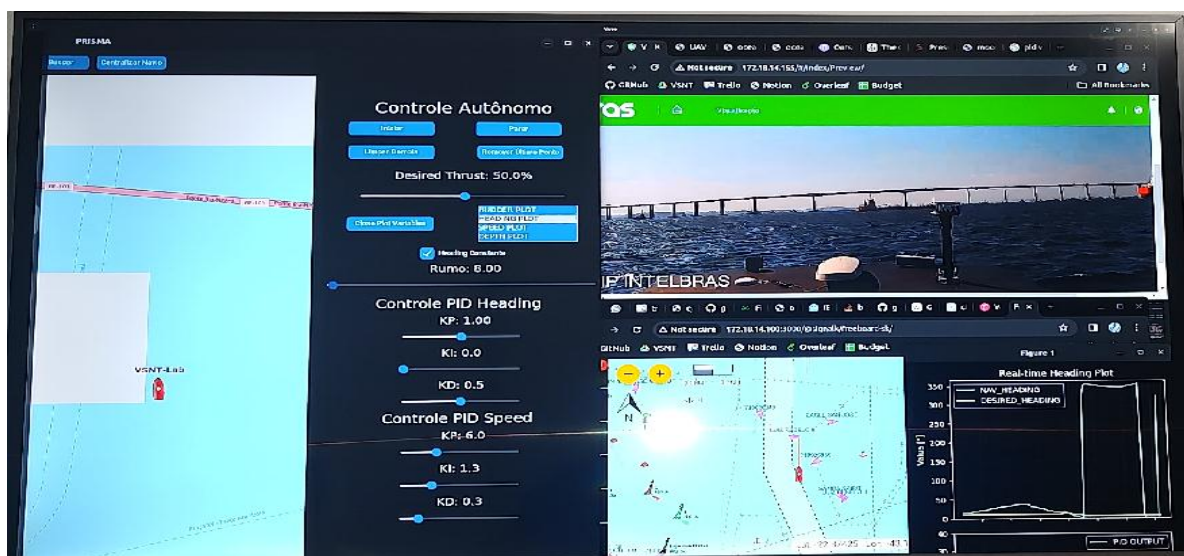
5.4 ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS AVANÇADAS, E O ESTÍMULO À PRODUÇÃO CIENTÍFICA

A necessidade de que o desenvolvimento de VSRP no Brasil esteja em conformidade com as mais avançadas práticas e tecnologias globais, a fim de se contrapor a ameaças cada vez mais modernas e visando sua sobrevivência em ambientes complexos e hostis pode fomentar a colaboração com centros de pesquisa e universidades nacionais, por meio de parcerias focadas em desenvolvimentos de tecnologias que tragam benefícios para as instituições envolvidas, conforme podemos depreender do Anexo B.

Os VSRP vêm se destacando devido à sua capacidade de mitigar riscos para vidas humanas em zonas de alto risco, manter vigilância persistente sobre áreas de interesse e fornecer aos seus operadores opções derivadas das vantagens inerentes das tecnologias não tripuladas Galdorisi (2024), características que podem vir a ser

aprimoradas com o estímulo à produção acadêmica e científica em determinadas áreas de conhecimento, tais como engenharia de software, oprônica, engenharia eletrônica, mecatrônica, mecânica e naval contribuindo para que os VSRP brasileiros sejam competitivos no cenário internacional (Brasil, 2016). Na Figura 5, por exemplo, podemos observar o software da estação de controle do VSNT, na Escola Naval, onde são integradas informações obtidas a partir de diversos sensores embarcados no VSNT.

Figura 5: Ilustração da estação de controle do VSNT, na Escola Naval.



Fonte: O Autor.

6 CONCLUSÃO

Os VSRP têm se mostrado uma inovação tecnológica capaz de impactar na modernização das forças navais, criação de novas doutrinas e estratégias, oferecendo diversas capacidades que podem contribuir significativamente para a execução das tarefas básicas do Poder Naval. Entre essas capacidades, destaca-se a possibilidade de realizar operações de alta precisão, minimizando riscos para os militares envolvidos, e oferecendo elevada flexibilidade e adaptabilidade em proveito das missões a serem executadas.

A análise das vantagens e limitações dos VSRP, constante desta produção acadêmica revela um cenário multifacetado. Por um lado, esses veículos oferecem benefícios operacionais, econômicos e de segurança significativos. A redução de riscos humanos é uma das principais vantagens, uma vez que permite a execução de

operações em ambientes perigosos e sem expor a vida dos seus operadores. Além disso, a flexibilidade e versatilidade operacional dos VSRP permitem que sejam utilizados em uma ampla gama de missões, desde a negação do uso do mar até a projeção de poder e proteção das águas territoriais. Os custos operacionais reduzidos são outro ponto positivo, visto que os VSRP demandam menos recursos humanos e materiais em comparação com as embarcações tripuladas tradicionais.

No entanto, os desafios técnicos e operacionais também são consideráveis. A redução das dimensões dos sensores, por exemplo, é um desafio constante, pois requer tecnologias avançadas que ainda estão em desenvolvimento. A capacidade de resistência e autonomia dos VSRP também precisa ser aprimorada, para garantir que esses veículos possam operar de forma eficaz em missões prolongadas e em ambientes adversos.

Este trabalho também permitiu observar que a segurança das comunicações e resiliência a contramedidas são áreas que demandarão constantes avanços, a fim de aumentar a segurança das operações navais que envolvam o emprego do VSRP, face às contramedidas que forem sendo desenvolvidas e implementadas.

No que se refere aos meios navais da MB, foi observada a necessidade de elaboração de Estudos Técnicos específicos que incluem a avaliação da eficácia de emprego de Sonares Rebocados, visando aumentar a capacidade de detecção dessas ameaças, a reavaliação de projetos de arquitetura naval, visando maximizar a capacidade de defesa dos navios contra os VSRP; revisão da quantidade de dotação de metralhadoras cal .50" e das posições ideais para instalação do armamento; necessidade de avaliações operacionais da eficácia do emprego de canhões operados por sensores optrônicos contra os VSRP, considerando os diferentes níveis de estado do mar; necessidade de avaliação da eficácia do emprego de cortinas de fumaça por navios de escolta e aeronaves e avaliação da possibilidade de utilização de novos materiais de blindagem nos navios do corpo principal, a fim de mitigar os efeitos de um eventual ataque a esses navios.

No que se refere à defesa portuária e litorânea, foi observada a necessidade de elaboração de estudos técnicos sobre o emprego de hidrofones de fundo e de redes de arrasto, obstáculos físicos e minas, a fim de se contrapor a essas ameaças.

O desenvolvimento dos VSRP no Brasil enfrenta ainda desafios específicos, e traz consigo diversos benefícios para o País. A autonomia tecnológica é um aspecto que merece grande destaque, pois depende da capacidade do país de desenvolver e

manter as tecnologias necessárias para a fabricação e operação desses veículos, o que, naturalmente, é estimulado pela demanda, fomentando um ciclo positivo para o desenvolvimento da economia e da independência tecnológicas nacionais, estimulando a produção científica e tecnológica no país, promovendo a inovação e a competitividade no cenário internacional.

A colaboração com centros de pesquisa e universidades nacionais pode contribuir, sobremaneira, no estímulo ao desenvolvimento de tecnologias avançadas, a fim de garantir que os VSRP possuam o nível adequado de tecnologia embarcada, para que possam executar as missões que lhes forem atribuídas no “teatro de operações” contemporâneo e futuro.

Além das questões técnicas, a integração dos VSRP nas operações navais brasileiras pode contribuir para o estímulo ao desenvolvimento de novas doutrinas e táticas militares. As teorias de Clausewitz (1984), por exemplo, foram utilizadas para ilustrar como a eficácia e eficiência na gestão de recursos em situações de combate podem ser otimizadas com o uso desses veículos. A análise das diretrizes estabelecidas na Estratégia Nacional de Defesa e na Política Nacional de Defesa também demonstra que o desenvolvimento dos VSRP está alinhado com os objetivos de modernização e inovação tecnológica das Forças Armadas brasileiras.

Este estudo também permitiu observar que os VSRP podem contribuir, significativamente para a execução de diversas funções logísticas, em especial as funções de transporte e suprimento, otimizando o movimento de recursos, reduzindo baldeações e garantindo que os suprimentos estejam disponíveis de forma mais rápida e eficiente. O aumento da eficiência logística, graças à flexibilidade e adaptabilidade das operações militares proporcionadas por esses veículos, pode vir a ser um fator decisivo em determinadas missões, permitindo uma resposta rápida e eficaz às demandas operacionais.

Este estudo permitiu concluir que os VSRP representam uma inovação com grandes possibilidades de contribuição para as capacidades operacionais da Marinha do Brasil. Apesar dos desafios técnicos e operacionais, os benefícios proporcionados por esses veículos são significativos, contribuindo para a eficiência, segurança e flexibilidade das operações navais. A contínua evolução tecnológica, juntamente com o desenvolvimento de doutrinas e táticas adaptadas, será fundamental para maximizar o potencial desses veículos nas operações navais modernas. O investimento em pesquisa e desenvolvimento, bem como a colaboração com instituições acadêmicas e

científicas são estratégias essenciais para assegurar que o Brasil esteja na vanguarda das tecnologias navais, garantindo a soberania e segurança nacionais.

Espera-se, portanto, que este trabalho tenha contribuído com a disseminação de conhecimento e informações sobre os VSRP, e suas potencialidades no emprego em missões e operações de interesse do Poder Naval Brasileiro, oferecendo uma análise das vantagens, desafios e perspectivas para o desenvolvimento desses veículos no País e na Marinha do Brasil, contribuindo com o preparo da instituição para enfrentar os desafios contemporâneos e futuros.

REFERÊNCIAS

- AXE, David. Ukraine's Drone Boats Are Winning The Black Sea Naval War. **Forbes**, 20 nov. 2022. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2022/11/20/the-ukrainian-navy-has-no-big-warships-its-winning-the-naval-war-anyway-with-drones/?sh=17080b3e4fc5>. Acesso em: 16 maio 2024.
- BRASIL. Marinha do Brasil. **EMA 400 Manual de Logística da Marinha (Rev.2 - Mod.2)**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2003. Disponível em: <https://www.ema.mb/publicacoes>. Acesso em: 23 jun. 2024.
- BRASIL. Marinha do Brasil. **DGMM-0130 Manual do Apoio Logístico Integrado. Brasília**, DF: Marinha do Brasil, 2013. Disponível em: <https://www.dgmm.mb/content/normas-dgmm-0100-0199>. Acesso em: 08 jul. 2024.
- BRASIL. Marinha do Brasil. **EMA 305 Doutrina Militar Naval (Mod.1)**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.ema.mb/publicacoes>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- BRASIL. Marinha do Brasil. **EMA 301 Fundamentos Doutrinários da Marinha (1ª Edição)**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.ema.mb/publicacoes>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_2016.pdf. Acesso em: 23 abr. 2024.
- CLAUSEWITZ, Carl von. **Da guerra**. Tradução de Luiz Carlos Nascimento e Silva do Valle. [S. l.: s. n.], 1984. p. 442-443. Versão inglesa de Michael Howard e Peter Paret. Disponível em: <https://www.academia.edu/13807240>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- CNN. Ukraine says it sank Russian warship off coast of Crimea and unleashed 'massive' missile barrage on peninsula, **CNN**, 2024. Disponível em: <https://edition.cnn.com/2024/02/01/europe/ukraine-russian-warship-crimea-ivanovets-intl/index.html>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- GALDORISI, G. Fast-tracking the evolution of unmanned maritime systems - Shaping naval strategies worldwide. **Hydro International**, 20 mar. 2024. Disponível em: <https://www.hydro-international.com/content/article/fast-tracking-the-evolution-of-unmanned-maritime-systems>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- SAVITZ, Scott; BLICKSTEIN, Irv; BURYK, Peter *et al.* U.S. Navy Employment Options for Unmanned Surface Vehicles (USVs). **RAND - National Defense Research Institute**, 01 nov 2013. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR384.html. Acesso em: 04 jun. 2024.

SELF, Tyler. What the sinking of the Russian corvette Ivanovets teaches. **Proceedings**, v. 150, n. 5, maio 2024. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2024/may/what-sinking-russian-corvette-ivanovets-teaches>. Acesso em: 17 maio 2024.

SUÍÇA. **Protocolos adicionais às Convenções de Genebra de 12 de agosto de 1949**. Genebra: Comitê Internacional da Cruz Vermelha, 1998. Disponível em <https://ihl-databases.icrc.org/en/ihl-treaties/api-1977>

TEIXEIRA, Márcio Leite. Por que Revolução nos Assuntos Militares? **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, 2009, n. 14, p. 51-81. 2009. Disponível em: <https://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000008/0000089f.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2024.

WILLS, Steven. Lessons for the U.S. Navy from the Sinking of Russian Ship by Surface Drones. **Defense Opinion**, 12 fev. 2024. Disponível em: <https://defenseopinion.com/lessons-for-the-u-s-navy-from-the-sinking-of-russian-ship-by-surface-drones/536/>. Acesso em: 17 maio 2024.

ANEXO A

Como parte do estudo realizado pelo National Defense Research Institute (RAND) em 2013, a Tabela a seguir foi elaborada para avaliar a contribuição dos Veículos de Superfície Não Tripulados (VSRP) em 62 diferentes missões da Marinha dos EUA, agrupadas em dez categorias, classificando as embarcações em diferentes Níveis de Maturidade Tecnológica (TRL - "Technology Readiness Level")

**Table S.1
Potential Naval Missions and Functions for USV Employment**

	Military Deception/ Information Operations/ Electronic Warfare	Surface Warfare	Mine Warfare (IPB)	Anti-Submarine Warfare (ASW)	Logistics	Ground Attack	Air and Missile Defense (AMD)	Missions Not Currently Being Performed
Persistent ISR in permissive environments	Disposition/ intentions deception	Armed escort	MCM intelligence preparation of the battlespace	Unarmed ASW area sanitization	Unmanned vehicle support	Short/medium-range ground attack	Sensing and warning—unit level	Search and rescue of port-conscious victims
Environmental collection in permissive environments	Communications/signals deception	Counter fast attack craft (fully autonomous)	Reacquisition and minehunting neutralization	Act as an ASW sensor node	Autonomous ship-to-shore connector	Long-range ground attack (arsenal ship, optionally manned)	Sensing and warning—force level	Complex search and rescue
ISR in hostile environments	Radar/signals deception	Counter fast attack craft (remote control)	Autonomous in-stride minehunting and neutralization	Cued overt ASW tracking	Opposed amphibious landing resupply	Non-kinetic defense	Test platform	Deliberately allowing capture
								Blockship operations/ rescue of port-conscious detonations
								Impairing adversary sensors

Table S.1—Continued

	Military Deception/ Information Operations/ Electronic Warfare	Surface Warfare	Mine Warfare	Anti-Submarine Warfare (ASW)	Logistics	Ground Attack	Air and Missile Defense (AMD)	Missions Not Currently Being Performed
C ¹ /SR								
USV with tethered unmanned undersea vehicle (UUV) to deploy sensors or networks	Acoustic/ signals deception	Presence patrol	Mechanical mine-sweeping and mine harvesting	Armed wartime ASW area sanitization	Covert/ clandestine special operations forces (SOF) cargo delivery	AMD kinetic force defense (using projectiles or directed energy)	Training support	Provocative, high-risk presence
Environmental collection in hostile environments	Decoy/ counter-measures	Open-water ship-vs.-ship conflict	Influence mine-sweeping	Uncued covert ASW tracking	Unmanned vehicle refueling			Vehicle as surface weapon
Processing, exploitation, and dissemination	Military information support operations	Countering swarms	Minefield proofing	Cued covert ASW tracking	Resupply for manned ships			
Communications relay	Tactical jamming		Minelaying	Cued/ uncued ASW engagement	Military interdiction operations support			

Table S.1—Continued

	Military Deception/ Information/ Operations/ Electronic Warfare	Surface Warfare	Mine Warfare	Anti-Submarine Warfare (ASW)	Logistics	Ground Attack	Air and Missile Defense (AMD)	Missions Not Currently Being Performed
C ⁴ ISR								
Deploy individual sensors	Disguised mission							
Deploy independent sensor network	Info systems (cyber/tech)							
	Computer network attack							
	Diversion							

ANEXO B

Questionário aberto enviado a representantes do CASNAV

Histórico e Motivação:

O que motivou o CASNAV a investir no desenvolvimento de soluções atinentes a veículos de superfície remotamente pilotados?

O Projeto se iniciou com o VSNT-Experimental que teve como objetivo macro converter, a baixíssimo custo, uma embarcação de superfície projetada para pesquisa científica em embarcação remotamente pilotada e posteriormente em embarcação autônoma, a fim de se criar uma infraestrutura laboratorial flutuante para pesquisas na área de embarcações autônomas de superfície.

A motivação para se alcançar esta meta se deu pela oportunidade ímpar que se formou atualmente dentro do seguinte cenário, balizada por 04 (quatro) pilares principais: disponibilidade de uma plataforma adequada para o Projeto; o interesse tecnológico e acadêmico pelo assunto; o interesse acadêmico dentro da MB por pesquisas afins; e a necessidade de gerar conhecimento pela Autoridade Marítima tendo em vista a crescente utilização de VSNTs tanto no meio militar quanto no civil.

Desafios Técnicos:

Quais foram os principais desafios técnicos enfrentados durante o projeto e desenvolvimento que culminaram no Veículo de Superfície Não Tripulado (VSNT)?

Os desafios técnicos no desenvolvimento de um Veículo de Superfície Não Tripulado (VSNT) são inúmeros e complexos, devido à grande multidisciplinaridade que um projeto dessa magnitude exige. Envolve conhecimentos aprofundados em várias áreas, incluindo engenharia naval, mecânica, controle, eletrônica e operações marítimas. A falta de diretrizes e normas específicas para a operação de VSNTs pela MB (Marinha do Brasil) acrescenta uma camada adicional de dificuldade, tornando o desenvolvimento ainda mais desafiador. Além disso, questões como a integração de sistemas autônomos, a garantia de segurança e confiabilidade nas operações, a resistência a condições ambientais adversas, a comunicação eficaz entre o veículo e a base de controle, e a capacidade de realizar manutenções eficientes são aspectos críticos que precisam ser abordados para garantir o sucesso do projeto.

Integração com Sistemas Existentes:

No caso do VSNT, quais são os sensores embarcados, e como podem ser integrados com os sistemas de comando e controle existentes na MB?

O VSNT possui necessariamente uma série de sensores e atuadores para o controle da plataforma, incluindo sistemas de propulsão, giroscópios, computadores robustecidos, rádios *iMesh*, comunicação 5G e radar, entre outros. Além disso, diversos *payloads* podem ser adicionados conforme a operação, como por exemplo um *side scan* sonar.

Capacidades e Limitações:

Na opinião dos senhores, quais são as principais capacidades e limitações dos VSRP em termos de autonomia e resistência e resiliência em combate?

Os Veículos de Superfície Não Tripulados possuem capacidades notáveis em termos de autonomia, incluindo operação autônoma e remota, navegação precisa com

sistemas avançados como GPS e Lidar, e a habilidade de realizar missões prolongadas sem interrupção. Eles podem ser equipados com uma variedade de sensores e atuadores para se adaptar a diferentes missões, aumentando a flexibilidade operacional. Em termos de resistência e resiliência em combate, os VSNTs eliminam riscos para a tripulação ao operar sem pessoal a bordo e podem realizar operações em ambientes perigosos. No entanto, suas limitações incluem vulnerabilidade a falhas tecnológicas e ataques cibernéticos, menor resistência a danos físicos em comparação com navios tripulados, e desafios relacionados à manutenção e à dependência de fontes de energia. Além disso, a ausência de diretrizes e normas específicas para sua operação pode complicar a implementação e a operação segura desses veículos em cenários de combate.

Operações de Alta Complexidade:

Pode compartilhar exemplos de exercícios atinentes à execução de Tarefas Básicas do Poder Naval em que o VSNT do CASNAV foi empregado com sucesso?

O VSNT foi empregado em diversas missões, incluindo a MINEX-23, operações de detecção de cabos submarinos, e atuou como navio não identificado em exercícios da esquadra.

Evoluções Tecnológica:

Quais são as principais inovações tecnológicas que os senhores esperam que possam ser utilizadas nos VSRP nos próximos 10 anos?

Esperamos que os VSNTs se tornem cada vez mais robustos e autônomos, contanto com inteligência para operar com cada vez menos interferência do operador humano.

Parcerias e Colaborações:

Quais parcerias e colaborações os senhores enxergam que poderiam contribuir para o desenvolvimento dos VSRP no país?

Parcerias ganha-ganha com a indústria e meio acadêmico.

Quais as possíveis contribuições que o Sr enxerga que estímulo à fabricação nacional desses veículos pode fornecer para a produção acadêmica e científica?

O estímulo à fabricação nacional de Veículos de Superfície Não Tripulados (VSNTs) pode fornecer uma série de contribuições importantes para a produção acadêmica e científica no Brasil. Primeiramente, a fabricação local desses veículos abriria portas para o desenvolvimento de novas tecnologias e inovações, promovendo pesquisas multidisciplinares em áreas como engenharia naval, automação, inteligência artificial, controle de sistemas, robótica, telecomunicações, e segurança cibernética. Instituições acadêmicas poderiam estabelecer parcerias com a indústria, resultando em projetos de pesquisa aplicada que fortalecem o conhecimento e capacitam os alunos em áreas tecnológicas emergentes.

Além disso, a fabricação nacional criaria um ambiente propício para o desenvolvimento de infraestrutura de teste e validação de tecnologias, como centros de simulação e laboratórios especializados, que serviriam tanto para a academia quanto para a indústria. Isso impulsionaria a formação de pesquisadores, engenheiros

e cientistas com expertise em veículos autônomos, uma área que está em rápida expansão globalmente.

Fomento à Base Industrial de Defesa

De que forma os senhores acreditam que a fabricação nacional desses veículos pode contribuir com o fomento à BID?

A fabricação nacional de Veículos de Superfície Não Tripulados (VSNTs) pode desempenhar um papel crucial no fomento à Base Industrial de Defesa (BID) do Brasil. Primeiramente, ela impulsionaria o desenvolvimento tecnológico e a inovação dentro do país, reduzindo a dependência de tecnologias estrangeiras e promovendo a autossuficiência em setores estratégicos de defesa. Ao produzir esses veículos no Brasil, a BID se beneficiaria da criação de uma cadeia produtiva nacional, desde o fornecimento de componentes eletrônicos e mecânicos até a integração de sistemas complexos, gerando empregos especializados e fortalecendo empresas locais.

Quais são as principais tecnologias críticas que o Sr entende que são limitadores ao desenvolvimento nacional e emprego de VSRP similares ao VSNT?

Sistemas de Controle Autônomo e IA, Comunicações Seguras e Resilientes, Sensores e Atuadores Avançados, Propulsão e Eficiência Energética, Resiliência a Ataques Cibernéticos e normas de Regulamentação. Embora não seja uma tecnologia, a ausência de normas e regulamentações específicas que suportem o desenvolvimento e a operação de VSNT limita a expansão e o emprego desses veículos.

Perspectivas Futuras:

Quais são as suas perspectivas para o futuro dos VSRP na Marinha do Brasil e em operações navais globais?

Na Marinha do Brasil, o uso de VSNTs tem o potencial de transformar significativamente as operações navais. Esses veículos podem ser empregados em uma variedade de missões, incluindo patrulhamento de fronteiras marítimas, monitoramento de áreas costeiras e de interesse econômico, missões de reconhecimento, e detecção de minas, sem colocar em risco a vida de tripulantes